

**SISTEM PENGIRIM DATA LINTASAN ROBOT
BERODA MENGGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO
FREKUENSI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:
ADITYA ARIYANDHI
NIM. 0510630004-63

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN

**SISTEM PENGIRIM DATA LINTASAN ROBOT BERODA
MENGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO
FREKUENSI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

ADITYA ARIYANDHI

NIM. 0510630004-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Nanang Sulistivanto

NIP. 1970011 3199403 1 002

M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D

NIP. 19741203 200012 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

**SISTEM PENGIRIM DATA LINTASAN ROBOT BERODA
MENGUNAKAN MEDIA TRANSMISI RADIO
FREKUENSI**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

**ADITYA ARIYANDHI
NIM. 0510630004-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 11 Februari 2010

DOSEN PENGUJI

**M. Rif'an, ST., MT.
NIP. 19710301 200012 1 001**

**Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc
NIP. 19590304 198903 1 001**

**Ir. M. Julius St, MS
NIP. 19540720 198203 1 002**

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Rudy Yuwono ST., M.Sc.
NIP. 19710615 199802 1 003**

ABSTRAK

Aditya Ariyandhi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2010, *Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi*, Dosen Pembimbing: Ir. Nanang Sulistiyanto dan M. Azis Muslim, ST., MT., PhD.

Indonesia sebagai negara berkembang ikut berpartisipasi dalam perkembangan teknologi robotika dunia dengan mengadakan kontes robot tiap tahunnya dengan nama KRI (Kontes Robot Indonesia). Dalam kontes robot ini terdiri dari dua jenis robot yaitu robot manual dan robot otomatis. Robot otomatis beroda yang diikutsertakan harus mampu melakukan tugasnya dalam lapangan perlombaan tanpa adanya kendali dari luar lapangan. Robot ini membutuhkan beberapa pengujian sebelum diterjunkan dalam lomba. Pengujian ketepatan perhitungan rotari yang selama ini dilakukan dengan cara mereka-reka menimbulkan permasalahan yaitu perhitungannya seringkali meleset dari yang diharapkan.

Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio dibuat untuk meminimalisasi kelemahan dan kekurangan dari pengujian secara manual tersebut. Sistem ini dirancang untuk dapat membaca data pulsa rotari kanan maupun rotari kiri tiap Δt 50 milidetik. Data ini kemudian dikirim ke rangkaian penerima Sistem Pengolah Data Lintasan Robot menggunakan media transmisi radio frekuensi secara *real-time*. Sehingga dimana terjadi kesalahan pada saat pengujian dapat terlihat langsung di bagian pengolah data.

Hasil pengujian timer yang dilakukan menunjukkan bahwa timer dapat menghasilkan pewaktuan Δt tiap 50 milidetik dengan baik. Sedangkan pengujian yang dilakukan dengan menjalankan robot pada lintasan lurus dan lingkaran menunjukkan bahwa pembacaan pulsa rotari menunjukkan hasil pembacaan yang baik. Data yang dibaca juga dapat ditransmisikan secara baik melalui pemancar RF hingga jarak 25 meter dari sistem pengolah data.

Kata kunci: radio frekuensi, sistem pengirim data, robot otomatis beroda

PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi”. Skripsi ini disusun sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak bantuan, bimbingan, dan dorongan yang diterima oleh penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- Mama, Papa, serta adik-adik penulis, Indra, Chandra dan Amelia atas dukungan dan doanya.
- Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D sebagai Sekertaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. M. Julius St, MS selaku KKDK Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Ir. Nanang Sulistiyanto dan Bapak M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D sebagai dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, pengarahan, gagasan, ide, saran serta motivasi yang telah diberikan.
- Teman-teman Streamline angkatan 2005.
- Teman-teman tim Robot 2007, 2008, 2009 Teknik Eletro Universitas Brawijaya.
- Teman-teman Laboratorium Elektronika dan Workshop Teknik Elektro.
- Rekan pengerjaan skripsi, Agung Budi Utomo, Agung Setiabudi, D. Syauqy, Mas Asep DH.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan tulisan di masa yang akan datang. Penulis berharap, semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Februari 2010

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kontes Robot Indonesia	5
2.2 Robot Mobil Sistem Diferensial	7
2.3 Sensor <i>Rotary Encoder</i>	8
2.4 Mikrokontroler ATmega8	9
2.4.1 Struktur dan Operasi Port	10
2.4.2 Sistem Interrupt.....	12
2.4.3 Komunikasi Serial.....	13
2.5 Transmisi Data	14
2.5.1 Pemancar Radio Frekuensi (TLP 434A).....	15
2.5.2 Penerima Radio Frekuensi (RLP 434A).....	16
2.6 Pendeteksi Kesalahan.....	17
2.6.1 <i>Checksum</i>	17
2.6.2 <i>Cyclic Redundancy Checks (CRC)</i>	17
METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Studi Literatur	19
3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat.....	19
3.3 Pengujian Alat.....	19
3.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran	20
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN	21
4.1 Spesifikasi Alat	21
4.2 Perancangan Sistem	22

4.3 Perancangan Perangkat Keras.....	23
4.3.1 Rangkaian Sensor Rotari	23
4.3.2 Rangkaian Driver Motor H-Bridge Transistor Darlington	26
4.3.3 Sistem Mikrokontroler ATmega8	31
4.3.4 Timer/Counter2 Sebagai Pewaktu Δt Pengambilan Data	32
4.3.5 Perancangan Antarmuka Mikrokontroler dengan Pemancar TLP 434A	33
4.3.5.1 Perancangan USART Mikrokontroler ATmega8	33
4.3.5.2 Perancangan Perangkat Keras Pemancar Radio Frekuensi TLP 434A.....	34
4.4 Perancangan Perangkat Lunak.....	35
4.4.1 Sub Rutin Interrupt Eksternal 0 Sebagai Penghitung Pulsa Rotari Kanan	35
4.4.2 Sub Rutin Interrupt Eksternal 1 Sebagai Penghitung Pulsa Rotari Kiri.....	35
4.4.3 Perancangan Sub Rutin Interrupt Timer 2	36
4.4.4 Perancangan Sub Rutin Mengubah Nilai Integer ke ASCII	36
4.4.5 Perancangan Sub Rutin Pengiriman Data	37
4.4.6 Perancangan Rutin Utama	37
4.5 Perancangan Format Paket Data	39
4.6 Perancangan Protokol Komunikasi.....	39
PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	41
5.1 Pengujian Sensor Rotari.....	41
5.2 Pengujian Rangkaian <i>Driver</i> Motor <i>H-Bridge</i> Transistor <i>Darlington</i>	43
5.3 Pengujian Pewaktuan	46
5.4 Pengujian Pembacaan Pulsa Rotari dengan Nilai PWM Berbeda	47
5.5 Pengujian Rangkaian Pemancar TLP434A dan Penerima RLP434A.....	49
5.6 Pengujian Komunikasi Data dan Jarak Jangkauan Transmisi Radio Frekuensi	51
5.6 Pengujian Sistem Keseluruhan	53
PENUTUP.....	56
6.1 Kesimpulan	56
6.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapangan KRI tahun 2007	5
Gambar 2.2 Lapangan KRI tahun 2008	6
Gambar 2.3 Lapangan KRI tahun 2009	6
Gambar 2.4 Lapangan KRI tahun 2010	6
Gambar 2.5 Pergerakan robot dengan putaran roda berbeda	7
Gambar 2.6 <i>Rotary encoder</i> absolut	8
Gambar 2.7 <i>Rotary encoder</i> relatif	8
Gambar 2.8 Konfigurasi pin ATmega8.....	10
Gambar 2.9 Format data pengiriman	14
Gambar 2.10 Konfigurasi Pin TLP 434A	15
Gambar 2.11 Modul Penerima RLP 434A.....	16
Gambar 4.1 Hubungan Sistem Pengirim Data dengan Sistem Pengolah Data ...	22
Gambar 4.2 Diagram blok Keseluruhan Sistem Pengirim Sensor Rotari.....	23
Gambar 4.3 Konfigurasi pin optoswitch.....	23
Gambar 4.4 Rangkaian sensor rotari.....	24
Gambar 4.5 Rangkaian <i>driver H-Bridge</i> transistor darlington	26
Gambar 4.6 Rangkaian secara keseluruhan driver motor	27
Gambar 4.7 Rangkaian pemisah <i>optocoupler</i>	28
Gambar 4.8 Rangkaian pengontrol kecepatan motor.....	30
Gambar 4.9 Rangkaian pemancar TLP434A	34
Gambar 4.10 Sinyal termodulasi ASK.....	35
Gambar 4.11 Diagram alir sub rutin interrupt eksternal 0	35
Gambar 4.12 Diagram alir sub rutin interrupt eksternal 1	36
Gambar 4.13 Diagram alir sub rutin interrupt timer2	36
Gambar 4.14 Diagram alir sub rutin pengiriman data	37
Gambar 4.15 Diagram alir sub rutin mengubah nilai integer ke ASCII.....	37
Gambar 4.16 Diagram alir rutin utama	38
Gambar 4.17 Format paket data komunikasi antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data.....	39
Gambar 5.1 Diagram blok pengujian sensor <i>rotary encoder</i>	41
Gambar 5.2 Respon Sensor Rotari Motor Kanan dengan Nilai PWM 255	42
Gambar 5.3 Respon Sensor Rotari Motor Kiri dengan Nilai PWM 255	43

Gambar 5.4 Diagram blok pengujian *driver* motor *H-Bridge* transistor *darlington*..... 44

Gambar 5.5 Grafik pengujian sinyal masukan arah terhadap driver H-Bridge .. 44

Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Keluaran Ideal Rangkaian dengan Keluaran Rangkaian H-Bridge sebenarnya 46

Gambar 5.7 Diagram blok pengujian pewaktuan..... 46

Gambar 5.8 Hasil pengujian pewaktuan dengan Δt 10 ms 47

Gambar 5.9 Hasil pengujian dengan PWM 19,61% 48

Gambar 5.10 Hasil pengujian dengan PWM 39,22% 48

Gambar 5.11 Hasil pengujian dengan PWM 58,82% 48

Gambar 5.12 Hasil pengujian dengan PWM 78,43% 49

Gambar 5.13 Hasil pengujian dengan PWM 100% 49

Gambar 5.14 Diagram blok pengujian rangkaian pemancar dan penerima RF .. 50

Gambar 5.15 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 50 Hz..... 50

Gambar 5.16 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 1 kHz..... 51

Gambar 5.17 Diagram blok pengujian jarak transmisi pengiriman data 51

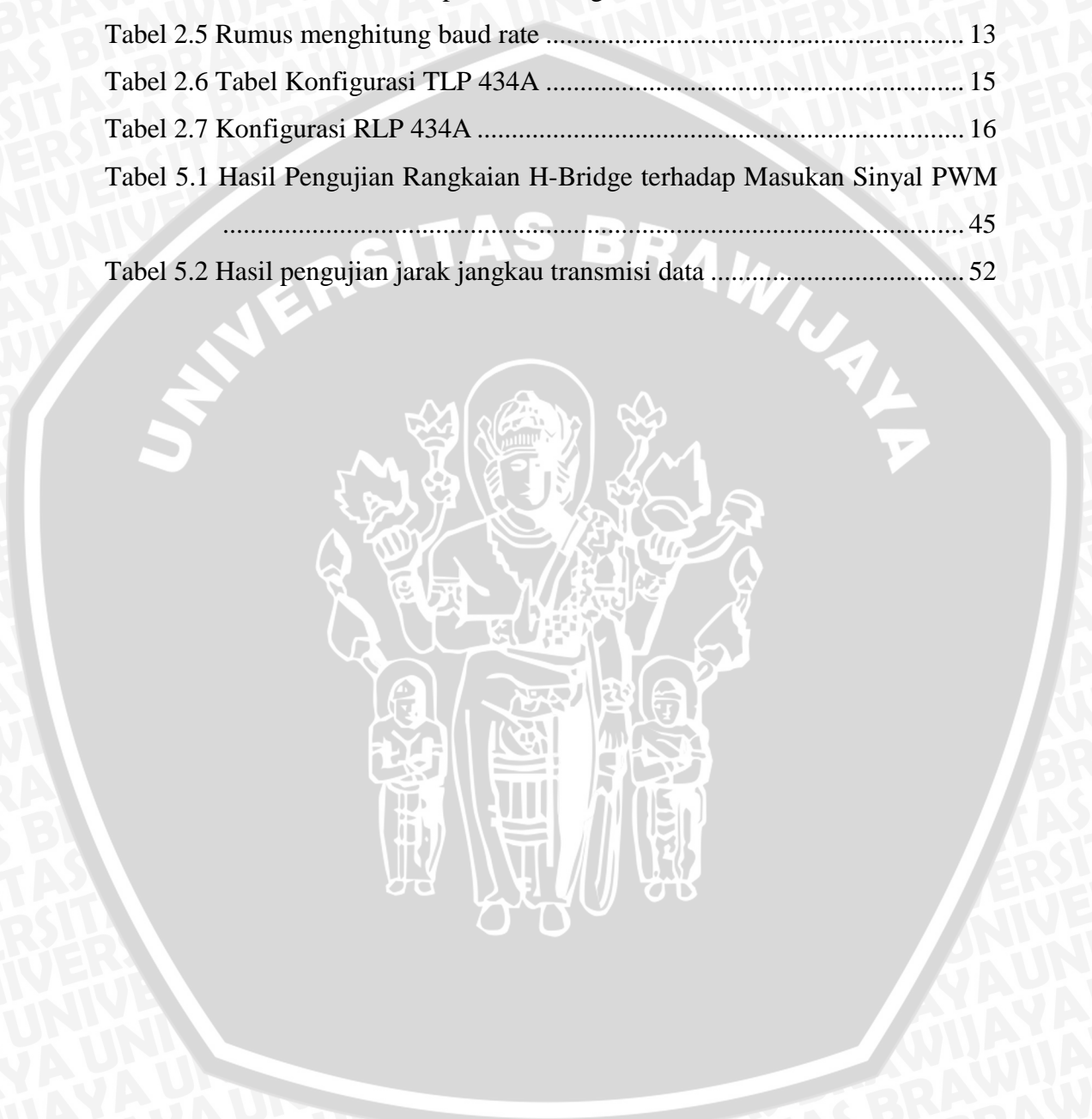
Gambar 5.18 Hasil data sensor rotari yang dikirim ke sistem pengolah data 54

Gambar 5.19 Hasil pengujian gerak robot pada saat robot berjalan 54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi khusus Port B	11
Tabel 2.2 Fungsi khusus Port C	11
Tabel 2.3 Fungsi khusus Port D	12
Tabel 2.4 Alamat vector interrupt dari ATmega8	12
Tabel 2.5 Rumus menghitung baud rate	13
Tabel 2.6 Tabel Konfigurasi TLP 434A	15
Tabel 2.7 Konfigurasi RLP 434A	16
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian H-Bridge terhadap Masukan Sinyal PWM	45
Tabel 5.2 Hasil pengujian jarak jangkauan transmisi data	52



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan Pendidikan Indonesia adalah berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, demokratis dan bertanggungjawab. Saat ini, salah satu permasalahan pendidikan Indonesia yang menjadi tantangan untuk mencapai tujuan pendidikan itu adalah masalah mutu dan relevansi pendidikan yang ditunjukkan oleh rendahnya kemandirian dan kreatifitas lulusan. Sementara, ekspektasi dunia kerja saat ini juga sangat mensyaratkan lulusan yang kreatif, inovatif, mampu bekerja dalam tim, komunikatif, adaptif dan sebagainya.

Kontes Robot Indonesia (KRI) adalah salah satu modalitas untuk mengasah kreatifitas mahasiswa itu. Dalam KRI mahasiswa dengan *teamwork*nya, termasuk juga didalamnya dosen pembimbing, penuh kompetitif menampilkan kreatifitas terbaik mereka, robot yang mampu berhasil melewati rintangan dengan cepat.

Kegiatan Kontes Robot di Indonesia telah diadakan beberapa kali. Pemenang dalam Kontes Robot ini akan mewakili Indonesia mengikuti kontes robot tingkat internasional yang diselenggarakan di beberapa negara Asia seperti Thailand, Korea Selatan, Cina, Malaysia, Vietnam, India dan pada tahun 2009 berlangsung di Jepang. Tema yang diangkat pada tiap tahunnya berbeda, disesuaikan dengan budaya negara tuan rumah penyelenggara kontes robot tingkat internasional.

Robot yang diikutsertakan dalam KRI, desain dan programnya disesuaikan dengan tema dan tugas yang harus dilaksanakannya. Proses pembuatan robot memakan waktu yang lama dan meliputi tahap-tahap yang tidak sedikit, mulai dari perancangan desain robot, rangkaian elektrik, teknologi dan strategi yang akan digunakan hingga pengujian. Pengujian robot ini adalah salah satu tahap yang vital dan biasanya dilakukan secara manual. Robot yang telah diprogram kemudian diuji pergerakannya untuk dipastikan gerakannya telah sesuai dengan program. Namun proses pengujian ini sangat menguras waktu dan tenaga, dengan hasil yang tidak akurat, dan dokumentasi yang tidak memadai. Untuk membantu pemrogram robot mengatasi masalah ini, kami membuat sebuah sistem pemodelan data lintasan robot menggunakan media transmisi

radio frekuensi. Sistem ini akan melacak pergerakan robot apa adanya untuk memberi gambaran kepada pemrogram lintasan yang telah ditempuh robot.

Sistem ini terbagi dua, yaitu robot pemancar yang mengirimkan data-data sensor dan bagian penerima yang terhubung dengan komputer. Komunikasi antara sistem pemancar dan penerima ini dilakukan dengan teknologi nirkabel (tanpa kabel) karena penggunaan kabel membatasi ruang gerak robot. Sedangkan robot memiliki mobilitas yang memungkinkannya bergerak ke segala arah dengan jarak tertentu. Dengan teknologi nirkabel, robot lebih bebas bergerak ke segala arah. Dalam tugas akhir ini akan digunakan modul radio frekuensi yaitu TLP dan RLP 434A untuk transmisi data, karena modul radio frekuensi merupakan teknologi yang digunakan secara luas, murah dan mudah didapat.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari skripsi Radhana Dwi Wibowo (2009) yang berjudul "Sistem Pencatat Data Sensor Posisi Untuk Pemodelan Lintasan Robot Beroda". Sistem tersebut menggunakan infra merah sebagai sistem transmisi data dan data rotari disimpan dalam memory EEPROM. Setelah robot selesai jalan, data baru dikirimkan ke sistem pengolah data dengan jarak maksimal 11 meter. Pengembangan dilakukan dari sisi pengiriman data dengan menggunakan modul radio frekuensi TLP dan RLP 434A selain kemampuannya di dalam pengiriman dan penerimaan data yang cukup baik, harganya tergolong relatif murah, serta penyempurnaan pada sistem rotari sebagai sensor putaran roda robot. Sehingga sistem ini dapat dipantau secara *real-time* dan dapat bekerja secara maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana merancang dan membuat sistem pengirim data lintasan robot menggunakan media transmisi radio frekuensi.
- 2) Bagaimana merancang dan membuat rangkaian antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian pemancar RF dan sensor yang digunakan.
- 3) Bagaimana merancang dan membuat perangkat lunak sistem mikrokontroler sebagai pengambil data dan media kendali utama sistem pengirim data menggunakan media transmisi radio frekuensi.

1.3 Ruang Lingkup

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka pada tugas akhir ini dibatasi pada:

- 1) Parameter keberhasilan alat adalah sesuai dengan spesifikasi alat yang diinginkan.
- 2) Untuk keperluan pelacakan pergerakan robot digunakan sensor rotari.
- 3) Pemancar yang digunakan adalah transmiter radio frekuensi TLP 434A dan penerima modul RLP 434A.
- 4) Penelitian bersifat *open loop*, hanya sebatas memonitor pergerakan robot pada suatu lintasan.
- 5) Pembahasan sistem kerja robot dibatasi pada pembacaan data sensor hingga proses transmisi data.
- 6) Proses pengujian dan pengaplikasian sistem dilakukan pada kondisi didalam gedung dan saat pengujian Tim Robot KRI TEUB.
- 7) Jarak maksimal antara bagian pemancar dengan penerima adalah 25 meter, sesuai dengan peraturan KRI yang ada.

1.4 Tujuan

Tujuan skripsi ini adalah merancang dan membuat sistem yang dapat membaca dan mengirim data gerakan robot pada lintasan dalam suatu pengujian untuk menentukan kesesuaian gerak robot dengan programnya. Dengan demikian dapat membantu menyesuaikan gerakan robot yang sesungguhnya untuk mendekati gerakan robot yang diinginkan sesuai dengan program.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam laporan ini adalah:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode penelitian dan perencanaan alat serta pengujian.

BAB IV Perencanaan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan realisasi alat yang meliputi spesifikasi, perencanaan diagram blok, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat kesimpulan dan saran-saran.



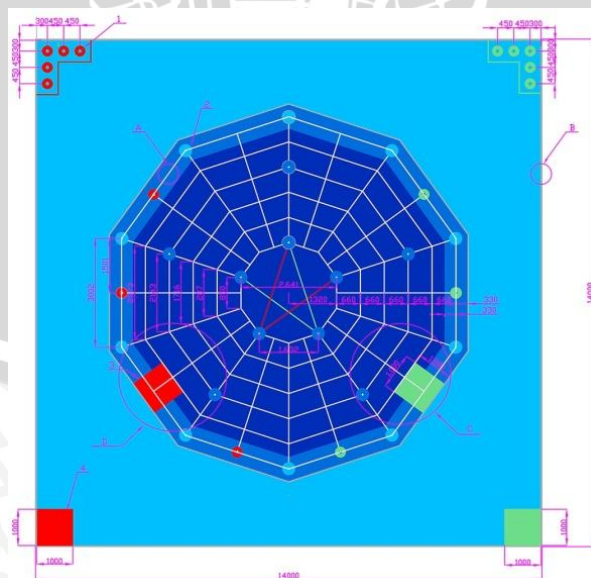
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kontes Robot Indonesia

Kontes Robot Indonesia merupakan pertandingan robot tingkat nasional yang diadakan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dirjen DIKTI). Setiap tim dari setiap perguruan tinggi di Indonesia selalu berlomba dalam menunjukkan performa terbaiknya untuk mendapatkan peringkat teratas dalam kontes ini. Performa terbaik tersebut tidak hanya diwujudkan dalam bentuk strategi yang matang, namun juga dalam hal *part* robot yang handal. Sebuah robot yang digunakan untuk kontes akan sulit memenangkan kejuaraan jika bagian-bagian robot tersebut tidak mampu mendukung kinerja robot yang berat. Mengingat robot dalam kontes ini selalu bergerak, maka dibutuhkan suatu *part* robot untuk pergerakan yang handal. *Part* robot untuk pergerakan ini meliputi mekanik pergerakan (roda, as, *belt*, dll), motor DC beserta rangkaian *driver*-nya, serta komponen pendukung lainnya seperti *rotary encoder*.

Tema yang diangkat pada tiap tahunnya berbeda, disesuaikan dengan budaya negara tuan rumah penyelenggara kontes robot tingkat internasional. Dalam Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 menunjukkan perbedaan bentuk lapangan, tema serta peraturan permainan dalam kontes robot yang diadakan dari tahun 2007 hingga 2010 yang akan datang di Mesir.



Gambar 2.1 Lapangan KRI tahun 2007

Sumber: DIKTI, 2007

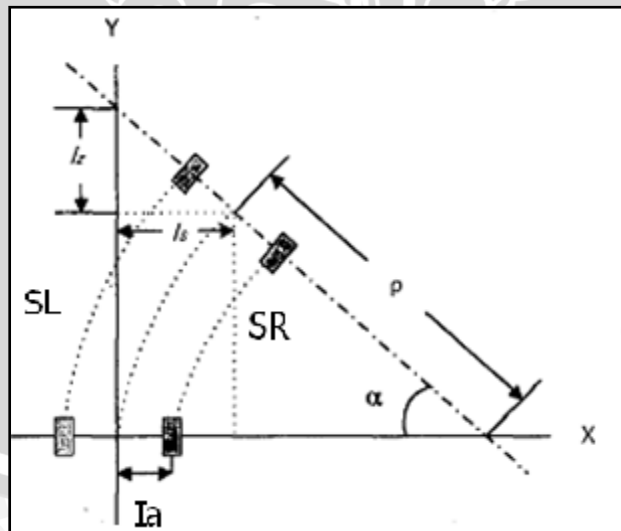
2.2 Robot Mobil Sistem Diferensial

Robot mobil sistem diferensial merupakan robot mobil yang bergerak dengan menggunakan dua buah roda yang dapat digerakkan secara terpisah. Roda diletakkan pada kedua sisi kanan dan kiri robot dalam. Pada model robot ini biasanya dilengkapi dengan roda pasif tambahan yang berfungsi sebagai penyangga robot agar tidak jatuh. Robot dapat merubah arah pergerakannya dengan mengatur putaran pada masing-masing roda. Oleh karena itu pada robot ini tidak diperlukan pengendali arah gerakan tambahan.

Posisi robot dapat ditentukan dengan memantau putaran tiap-tiap roda. Apabila putaran roda sisi kanan dan sisi kiri sama, maka robot akan bergerak lurus. Apabila besarnya putaran roda sisi kanan dan kiri robot tidak sama, maka robot akan menghasilkan gerak melingkar sesuai dengan ilustrasi dalam Gambar 2.5. Jarak tempuh roda kanan dan kiri diketahui sebesar S_R dan S_L . Besarnya sudut α yang terbentuk dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2-1). Jari-jari ρ dari gerak melingkar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2-2).

$$\alpha = \frac{\Delta S_L - \Delta S_R}{2 \cdot I_a} \quad (2-1)$$

$$\rho = \frac{I_a (S_L + S_R)}{S_L - S_R} \quad (2-2)$$



Gambar 2.5 Pergerakan robot dengan putaran roda berbeda
Sumber: Harashima, 1999.

Putaran roda robot ini dapat diatur dengan bantuan sensor. Salah satunya adalah menggunakan sensor rotari. Sensor ini diletakkan pada masing-masing motor penggerak.

2.3 Sensor Rotary Encoder

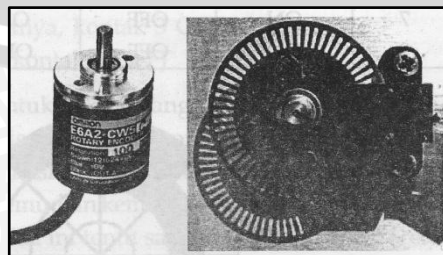
Rotary encoder atau yang dikenal dengan *shaft encoder* adalah perangkat elektro-mekanikal yang digunakan untuk mengkonversi sudut dari perputaran poros atau roda ke dalam kode digital. Komponen ini biasa digunakan dalam bidang robotika, perangkat komputer dan perangkat elektronik lainnya. *Rotary encoder* dibedakan menjadi dua jenis yakni *rotary encoder* absolut dan relatif.

Rotary encoder absolut merupakan jenis sensor yang mampu menghasilkan kode digital yang unik untuk masing-masing beda sudut poros. Pada prinsipnya sensor ini tersusun atas plat baja dan kontak. Plat baja dipotong dan disusun dengan pola tertentu kemudian ditempelkan pada suatu poros. Plat baja dan kontak ini secara prinsip kerja menyerupai saklar dalam kondisi ON apabila keduanya saling bersentuhan dan OFF apabila terpisah. Plat baja dan kontak diatur sedemikian rupa sehingga menghasilkan kondisi yang berbeda untuk tiap-tiap sudut poros. Gambar 2.6 menunjukkan *rotary encoder* absolut.



Gambar 2.6 *Rotary encoder* absolut
Sumber: Sigit, 2007:40

Rotary encoder relatif tidak dapat mengukur posisi sudut poros melainkan hanya mengukur perubahan sudut poros terhadap posisi sudut sebelumnya. Rotari ini digunakan ketika metode rotari absolut tidak dapat digunakan disebabkan ukuran dan bentuk piringan. Secara prinsip sistem ini terdiri dari piringan yang dipasang pada poros dan sensor optik. Sistem ini menggunakan metode saklar optik, misal photodiode, untuk menghasilkan pulsa listrik yang digunakan sebagai masukan bagi rangkaian kontrol elektronika. Gambar 2.7 menunjukkan *rotary encoder* relatif.



Gambar 2.7 *Rotary encoder* relatif
Sumber: Sigit, 2007:44

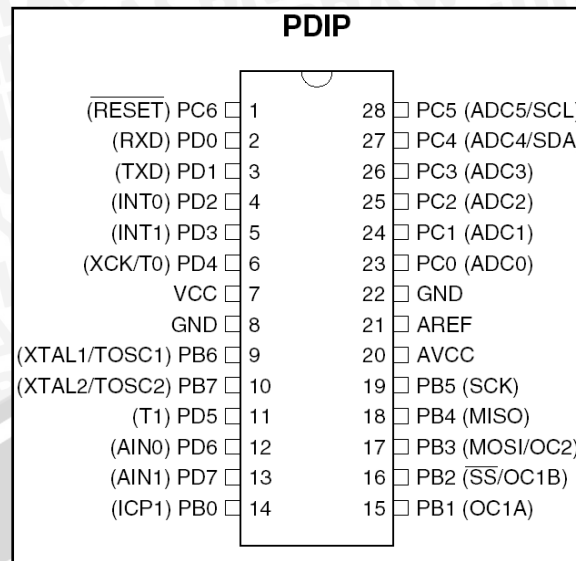
Sistem relatif tidak dapat menentukan arah putaran poros. Agar adapat mengukur arah putaran poros, pada sistem harus ditambahkan dua buah sensor optik yang dipasang pada sudut berbeda. Tipe *rotary encoder* ini dikenal dengan *quadrature encoder*. Mikrokontroler akan membaca jumlah pulsa dari sensor rotari ini untuk mengatur pergerakan dari robot itu sendiri.

2.4 Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler ATmega8 yang diproduksi oleh *ATMEL Company* Amerika Serikat merupakan salah satu anggota keluarga jenis AVR. IC jenis ini berorientasi pada kontrol 8 bit yang dapat diprogram ulang dengan daya rendah. Mikrokontroler ini dalam satu siklus waktu mampu mengeksekusi instruksi hingga mencapai 1 MIPS per MHz. Mikrokontroler ATmega8 mempunyai karakteristik utama sebagai berikut:

- Mikrokontroler 8 bit dengan performansi tinggi dan daya rendah
- *Nonvolatile* memori program dan data
- Sistem *self-programable flash* 8 Kbyte
- EEPROM sebesar 512 byte, dan 1Kbyte SRAM internal 23 saluran I/O dan 32 *general purpose register*.
- Dua timer/counter 8 bit dengan *prescaller* terpisah, satu mode pembandingan (*compare mode*)
- Satu timer/counter 16 bit dengan *prescaller* terpisah, mode pembandingan dan perekam (*capture*)
- Internal dan eksternal *interrupt*.
- WDT (*Watch Dog Timer*) dengan *oscillator* internal
- RTC dengan *oscillator* terpisah
- Tiga pin PWM
- Enam pin ADC dengan ketepatan sebesar 10 bit
- USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Receiver Transmitter*)

Konfigurasi pin mikrokontroler ATmega8 ditunjukkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Konfigurasi pin ATmega8

Sumber: Atmel, 2006:2

2.4.1 Struktur dan Operasi Port

Mikrokontroler ATmega8 ini mempunyai 3 port, dua port memiliki 8 jalur I/O dan satu port dengan 7 jalur I/O. Beberapa karakteristik port mikrokontroler ATmega8 dijelaskan secara singkat berikut ini:

- Unit I/O dapat dialamati per jalur atau per port.
- Setiap jalur I/O memiliki buffer, penahan (*latch*), kemudi input dan kemudi output.
- Setiap jalur I/O terdapat register pengatur apakah dijadikan input atau dijadikan output.
- Port B adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port B yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port B juga memiliki fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Fungsi khusus Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PB2	\overline{SS} (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)

Sumber: Atmel, 2006:58

- 1) Port C adalah I/O *bi-directional* 7 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port C yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port C juga memiliki fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.2:

Tabel 2.2 Fungsi khusus Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	\overline{RESET} (Reset pin)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (Two-wire Serial Bus Clock Line)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0)

Sumber: Atmel, 2006:61

- 2) Port D adalah I/O *bi-directional* 8 bit dengan resistor *pull-up* internal. Sebagai masukan, pin port D yang diberi *pull-low* secara eksternal akan mengalirkan arus bila resistor *pull-up* diaktifkan. Port D juga memiliki fungsi khusus, ditunjukkan dalam Tabel 2.3:



Tabel 2.3 Fungsi khusus Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input)
PD1	TXD (USART Output Pin)
PD0	RXD (USART Input Pin)

Sumber: Atmel, 2006:63

2.4.2 Sistem Interupt

Mikrokontroler ATmega8 memiliki 19 alamat vektor interupt. Nomor urut dari vektor interupt menyatakan prioritas dari interupt tersebut. Alamat vektor interupt dari mikrokontroler ATmega8 ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Alamat vector interupt dari ATmega8

Vector No.	Program Address ⁽²⁾	Source	Interrupt Definition
1	0x000 ⁽¹⁾	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset, and Watchdog Reset
2	0x001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x003	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	0x004	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	0x005	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	0x006	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	0x007	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	0x008	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	0x009	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	0x00A	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	0x00B	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	0x00C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	0x00D	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	0x00E	ADC	ADC Conversion Complete
16	0x00F	EE_RDY	EEPROM Ready
17	0x010	ANA_COMP	Analog Comparator
18	0x011	TWI	Two-wire Serial Interface
19	0x012	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

Sumber: Atmel, 2006:46

2.4.3 Komunikasi Serial

Mikrokontroller ATmega8 dilengkapi dengan fasilitas komunikasi serial USART dengan fitur sebagai berikut:

- a) Komunikasi full-duplex dengan register serial untuk penerima dan pengirim data.
- b) Dapat dioperasikan pada mode komunikasi sinkronus dan asinkronus
- c) Pada operasi sinkronus clock berasal dari master atau slave
- d) Mempunyai resolusi tinggi untuk generator baudrate
- e) Layanan pengiriman data terdiri dari 5,6,7,8, dan 9 bit dan 1 atau 2 bit stop.
- f) Paritas genap atau ganjil dan didukung dengan pengecekan paritas oleh hardware.
- g) Pendeteksi pengiriman kelebihan data.
- h) Pendeteksi kesalahan pada format data yang dikirim
- i) Memiliki filter noise yang terdiri dari pendeteksi kesalahan bit start dan low pass filter.
- j) Memiliki 3 layanan interrupt yaitu TX complete, TX data empty, dan RX complete.
- k) Mode komunikasi multi processor
- l) Mode komunikasi asinkron dengan dua kecepatan.

Untuk menghitung baudrate dari komunikasi serial digunakan rumus seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Rumus menghitung baud rate

Operating Mode	Equation for Calculating Baud Rate ⁽¹⁾	Equation for Calculating UBRR Value
Asynchronous Normal mode (U2X = 0)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{16(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{16BAUD} - 1$
Asynchronous Double Speed Mode (U2X = 1)	$BAUD = \frac{f_{osc}}{8(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{8BAUD} - 1$
Synchronous Master Mode	$BAUD = \frac{f_{osc}}{2(UBRR + 1)}$	$UBRR = \frac{f_{osc}}{2BAUD} - 1$

Sumber : Atmel, 2006:136

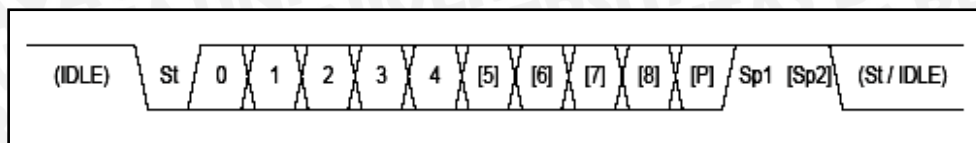
Dimana :

f_{osc} = Frekuensi clock dari sistem osilator

UBRR = Register baudrate yang terdiri dari UBRRH dan UBRRL

BAUD = Baudrate dalam bit per second (bps)

Pada pengiriman data secara serial menggunakan ATmega8 memakai format seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Format data pengiriman
Sumber : Atmel, 2006:137

Dimana :

St = Bit start selalu berlogika rendah

(n) = Banyaknya data yang dikirim (0-8)

P = Bit paritas (ganjil atau genap)

Sp = Bit stop selalu berlogika tinggi (bit stop bisa berjumlah 1 atau 2)

IDLE = Tidak ada data yang ditransfer pada RX dan TX, IDLE selalu berlogika tinggi

2.5 Transmisi Data

Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari satu sumber ke penerima data. Ada tiga komponen utama dalam proses transmisi data, yaitu: sumber data (*source*), media transmisi (*transmission media*), dan penerima (*receiver*). Media transmisi yang dapat digunakan sebagai jalur transmisi atau carrier dari data yang dikirimkan dapat berupa kabel maupun gelombang elektromagnetik. Bila sumber dan penerima data jaraknya cukup jauh, media transmisinya dapat digunakan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui udara terbuka yang dapat berupa sistem laser, gelombang radio atau sistem satelit.

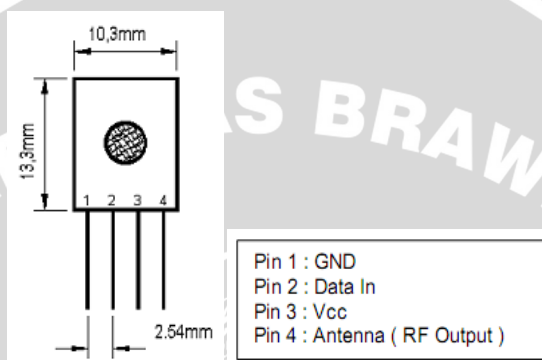
Pengiriman data serial melalui media udara menggunakan gelombang radio sebagai pembawa data. Secara sederhana proses pengiriman data menggunakan gelombang radio adalah, sinyal informasi atau data yang akan dikirimkan ditumpangkan terlebih dahulu ke sinyal pembawa.

Proses menumpangkan sinyal informasi ini disebut dengan modulasi. Gabungan antara kedua sinyal tersebut kemudian akan dipancarkan oleh transmitter. Pada receiver, gelombang pembawa yang membawa sinyal informasi tersebut diterima, kemudian

dipisahkan antara gelombang pembawa dan sinyal informasi, sehingga diperoleh kembali sinyal informasi. Proses ini disebut demodulasi.

2.5.1 Pemancar Radio Frekuensi (TLP 434A)

Bagian pemancar dari sistem ini menggunakan TLP 434A yang merupakan keluaran dari LAIPAC Technology. Pin 2 dari modul ini merupakan pin data masukan. Data masukan yang diberikan dapat berupa data digital maupun data linier. Keterangan dari pin TLP 434A ditunjukkan dalam Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin TLP 434A

Sumber: LAIPAC, 2005:1

Spesifikasi teknis modul TLP 434A yaitu:

- Menggunakan tegangan catu daya DC dengan range antara 2.0 – 12.0 volt
- Sistem modulasi yang digunakan yaitu modulasi ASK
- Kecepatan data *ratanya* mulai dari 512 bps sampai dengan nilai 200 kbps
- Data masukan berupa data masukan asinkron
- Frekuensi pemancar yaitu 433,92 MHz
- Arus rata-rata yang digunakan yaitu 10mA

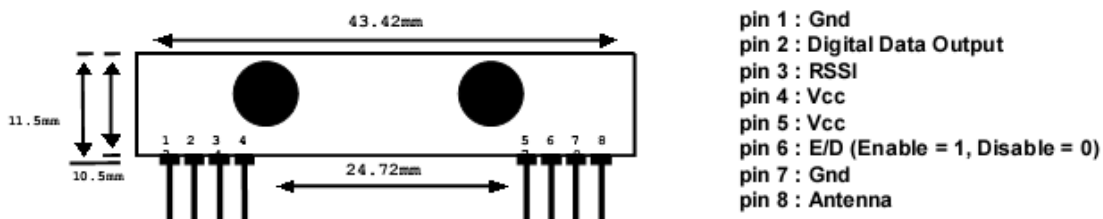
Tabel 2.6 Tabel Konfigurasi TLP 434A

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating Supply Voltage		2.0	-	12.0	V
Icc	Peak Current		1,64 (2V)	-	19,4 (12V)	mA
Vh	Input High Voltage	Idata=100µA High	Vcc - 0,5	Vcc	Vcc + 0,5	V
VI	Input Low Voltage	Idata=0µA Low	-	-	0,3	V
Fo	Absolute frequency		433,22	433,92	434,62	MHz
	Relative to 433,92MHz			± 150	± 200	KHz
Po	RF output Power- 50Ohm	Vcc = 9-12V	-	14		dBm
		Vcc = 5-6V	-	16		dBm
Dr	Data Rate		512	4.800	200.000	Bps / Baud

Sumber: LAIPAC, 2005:1

2.5.2 Penerima Radio Frekuensi (RLP 434A)

Bagian penerima menggunakan RLP 434A yang juga merupakan keluaran LAIPAC *Technology*. Modul penerima radio frekuensi ini sudah dilengkapi dengan modulasi ASK, dengan frekuensi 433,92 MHz. Keterangan dari pin RLP 434A ditunjukkan dalam Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Modul Penerima RLP 434A

Sumber: LAIPAC, 2005:1

Data keluaran modul ini dapat berupa digital tergantung dari data yang dikirimkan dari modul TLP 434A. Untuk spesifikasi teknis dari komponen ini yaitu:

- Menggunakan tegangan catu daya DC dengan range antara 3.3 – 6.0 volt
- Sistem modulasi yang digunakan yaitu modulasi ASK
- Data rate tipikal 4.8 kHz
- Frekuensi penerima yaitu 433,92 MHz
- Arus rata-rata yang digunakan yaitu 4.5 mA

Tabel 2.7 Konfigurasi RLP 434A

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Vcc	Operating Supply Voltage		3,3	5	6	V
Icc	Operating Current		-	4,5		mA
Vdata	Data out	Idata=200µA H / 10µA L	0,3 L		Vcc - 0,5 H	V
Fc	Operating Radio Frequency			433,92		MHz
Pref	Sensitivity			-110		dBm
	Channel width			500		KHz
ton	Receiver turn on time			5		ms
Top	Operating Temperature		- 20		80	°C
Dr	Baseboard Data Rate			4800		KHz

Sumber: LAIPAC, 2005:1

Output dari modul ini berupa logika 0 dan 1. Dengan adanya rangkaian pemancar dan penerima seperti ini, maka kondisi logika 0 dan 1 pada pin TXD akan diterima pada pin RXD dengan kondisi yang sama pula, sehingga proses transmisi data dapat terjadi.

2.6 Pendeteksi Kesalahan

Pendeteksian kesalahan merupakan kemampuan untuk mendeteksi kesalahan yang disebabkan oleh *noise* atau sebab yang lain dari pemancar ke penerima selama proses transmisi berlangsung. Beberapa skema pendeteksian kesalahan yaitu:

- 1). Skema Pengulangan
- 2). Skema Paritas
- 3). Skema Polaritas
- 4). *Cyclic Redundancy Checks (CRC)*
- 5). *Checksum*
- 6). Hamming distance based checks

2.6.1 *Checksum*

Metode pendeteksian kesalahan yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode *checksum*. *Checksum* merupakan suatu bentuk pengecekan berulang (*redundancy check*), suatu cara yang sederhana untuk melindungi keaslian data yang dikirim melalui transmisi. Sistem ini bekerja dengan cara menjumlahkan bit-bit pesan yang dikirim dan menyimpan hasil penjumlahan tersebut. Hal ini kemudian diulangi lagi pada penerima, dan hasil penjumlahan pada penerima dibandingkan dengan hasil penjumlahan data asli. Jika keduanya sama, maka dapat diasumsikan bahwa data/pesan yang diterima sesuai dengan aslinya.

Contoh sederhana penggunaan *checksum* (nilai dalam desimal):

Data	:	6	23	4	
Data dengan checksum	:	6	23	4	33
Data setelah transmisi	:	6	27	4	33

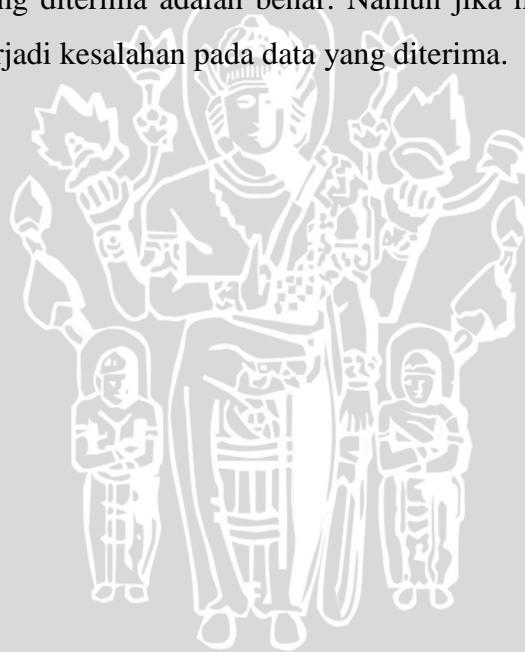
Pada data setelah transmisi terdapat kesalahan, data 23 berubah menjadi 27. Kesalahan ini dapat terdeteksi dengan mudah dengan membandingkan jumlah semua data ($6+27+4$) dengan 33. Kelemahan dari sistem ini adalah tidak dapat mendeteksi kesalahan jika kesalahan terjadi pada data dan pada *checksum* sekaligus dimana hasil perbandingan jumlah data dan *checksum* sama.

2.6.2 *Cyclic Redundancy Checks (CRC)*

Metode *checksum* merupakan metode pendeteksian kesalahan yang sederhana. Metode ini tidak dapat mendeteksi kesalahan jika terdapat banyak kesalahan pada data. Contoh:

Data : 6 23 4
Data dengan *checksum* : 6 23 4 33
Data setelah transmisi : 5 20 8 33

Kesalahan ini dapat dideteksi jika menggunakan metode pendeteksian kesalahan CRC. Konsep dasar perhitungan CRC adalah perhitungan deteksi kesalahan yang direpresentasikan dalam bilangan biner. Data dalam representasi biner dibagi dengan sebuah nilai biner tertentu yang disebut sebagai polinomial. Kunci dari perhitungan CRC adalah adanya pembagi/polinomial. Sisa pembagian merupakan *checksum* untuk kemudian digabungkan dengan data-data asli yang akan ditransmisikan. Dengan operasi pembagian yang dilakukan untuk mendapatkan *checksum* inilah maka *error* pada paket (*byte data*) yang panjang dapat dengan mudah dideteksi. Kemudian penerima akan membagi data-data yang diterima dengan polinomial yang sama. Jika hasil pembagian adalah nol maka data yang diterima adalah benar. Namun jika hasil pembagian tidak sama dengan nol maka terjadi kesalahan pada data yang diterima.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari dan memahami komponen pendukung yang akan digunakan dalam perencanaan dan pembuatan alat. Studi literatur yang dilakukan meliputi pengenalan robot beroda serta mekanisme gerak robot, mikrokontroler ATmega8, sensor rotari, sistem antarmuka, komunikasi radio, serta pemancar radio frekuensi TLP 434A.

3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat

Pada perancangan alat dilakukan dengan membuat diagram blok keseluruhan alat. Penentuan komponen yang digunakan pada alat dilakukan secara bertahap sesuai dengan diagram blok. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir program untuk program utama dan sub program.

Pembuatan alat dilakukan dengan membuat PCB (meliputi proses desain dengan menggunakan perangkat lunak Eagle versi 5.0.0, pengetsaan dan pengeboran), pemasangan komponen, dan pengemasan alat. Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan merealisasikan diagram alir ke dalam bahasa C meliputi penulisan kode, pengujian, dan kompilasi program dengan menggunakan perangkat lunak CodeVisionAVR.

3.3 Pengujian Alat

Untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan maka dilakukan pengujian rangkaian. Pengujian yang dilakukan terbagi dua, yaitu:

a) Pengujian perangkat keras

Perangkat keras yang telah dibuat tahap demi tahap akan diuji satu persatu sesuai diagram blok. Pengujian perangkat keras ini meliputi pengujian sensor rotari, pengujian rangkaian modul pemancar RF, pengujian komunikasi data dan jarak jangkauan transmisi data.

b) Pengujian secara keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan dilakukan dengan menghubungkan tiap perangkat keras sesuai dengan diagram blok dan menjalankan perangkat lunaknya.

3.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir adalah pengambilan kesimpulan dan saran. Kesimpulan diperoleh dari hasil pengujian alat dan kesesuaiannya dengan teori yang telah dipelajari. Saran diberikan untuk memperbaiki kesalahan, dan kemungkinan pengembangan alat agar lebih baik untuk penelitian selanjutnya.



BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri atas dua bagian, perancangan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan dan pembuatan alat dilakukan secara bertahap untuk memudahkan analisis sistem. Beberapa aspek yang perlu dijelaskan dalam bab ini meliputi penentuan spesifikasi alat, perencanaan masing-masing blok rangkaian serta perencanaan sistem secara keseluruhan.

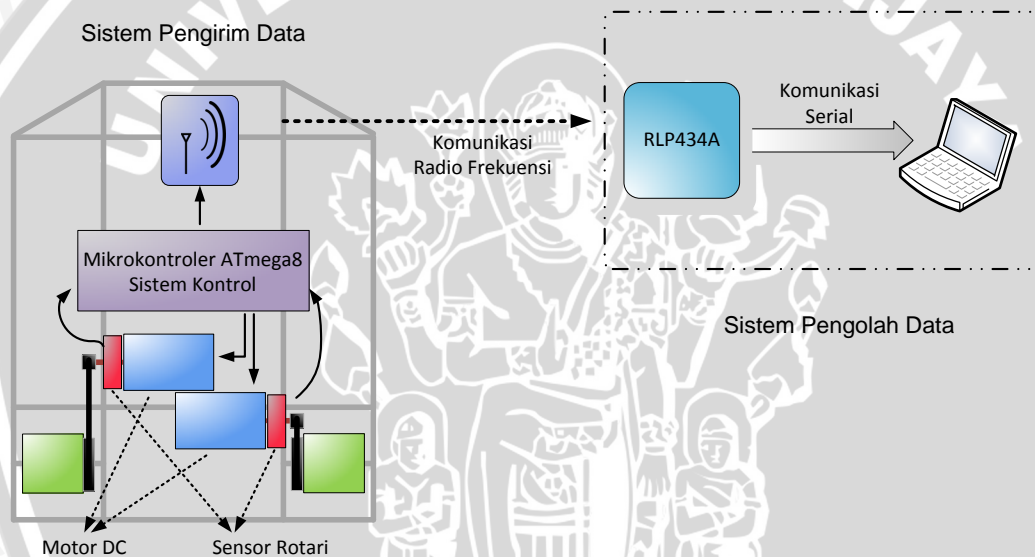
4.1 Spesifikasi Alat

Sistem yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Menggunakan *mobile robot* ukuran Lomba KRI dengan spesifikasi:
 - Panjang = 35 cm.
 - Lebar = 30 cm.
 - Berat = 6 kg.
 - Jari-jari roda = 3,4cm
 - Bahan rangka = alumunium batangan.
- 2) Pergerakan robot menggunakan sistem *differential drive steering* (dua motor penggerak).
- 3) Sistem driver dalam mobile robot menggunakan sistem H-Bridge transistor darlington.
- 4) Sensor yang digunakan untuk memantau putaran roda pergerakan robot adalah sensor *rotary encoder GP1A25LC*.
- 5) Jumlah pulsa yang dihasilkan oleh sensor rotari dalam satu putaran sebanyak 328 pulsa.
- 6) Sensor rotari ini memiliki resolusi 0,65 mm/pulsa.
- 7) Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega8 sebagai pengendali utama sistem mulai dari pengambilan data sensor rotari, pengolahan hingga proses transmisi data.
- 8) Pemancar radio frekuensi yang digunakan adalah modul TLP434A dengan frekuensi 434 MHz.

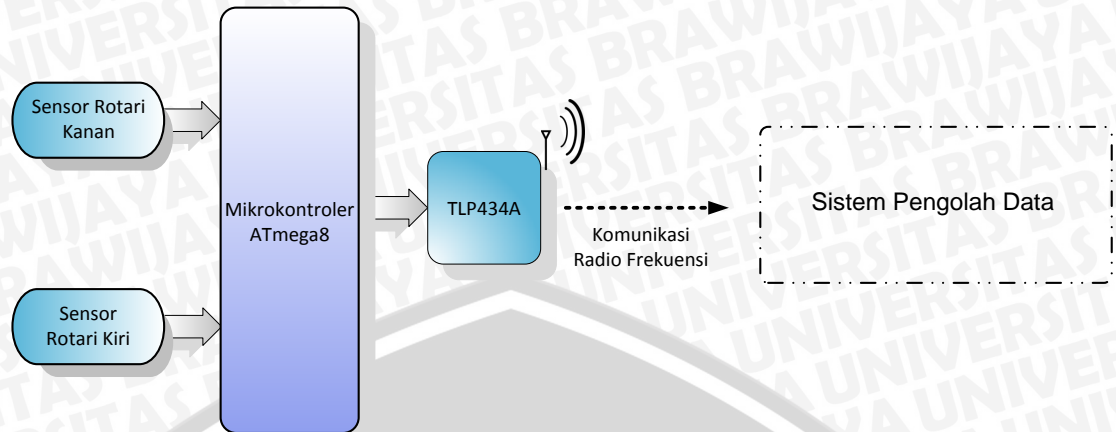
4.2 Perancangan Sistem

Pada robot ini terdapat sistem kontrol yang juga dilengkapi dengan sistem pembaca data sensor. Sistem pembaca data berfungsi untuk membaca data sensor rotari yang dirancang sedemikian rupa sehingga tidak mempengaruhi kinerja sistem kontrol. Sistem ini terhubung dengan Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi (Agung, 2010) untuk membentuk sebuah sistem yang dapat melakukan pemodelan lintasan gerak robot beroda. Radio frekuensi dengan frekuensi 434 MHz digunakan sebagai media komunikasi antar kedua sistem ini. Hubungan kedua sistem pengirim dan pengolah data ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hubungan Sistem Pengirim Data dengan Sistem Pengolah Data

Sedangkan diagram blok keseluruhan sistem pengirim data robot ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



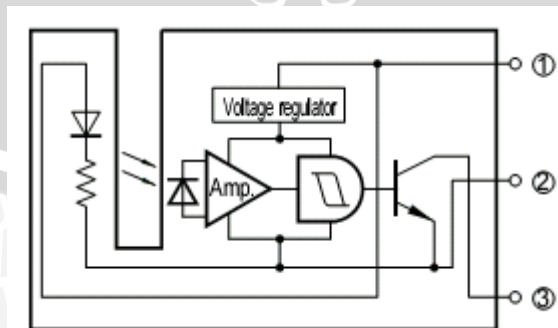
Gambar 4.2 Diagram blok Keseluruhan Sistem Pengirim Sensor Rotari

4.3 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan dan pembuatan perangkat keras pada sistem pemetaan robot meliputi rangkaian sensor rotari, pembagian jalur masukan keluaran mikrokontroler, rangkaian mikrokontroler, rangkaian antarmuka mikrokontroler dengan modul pemancar TLP 434A.

4.3.1 Rangkaian Sensor Rotari

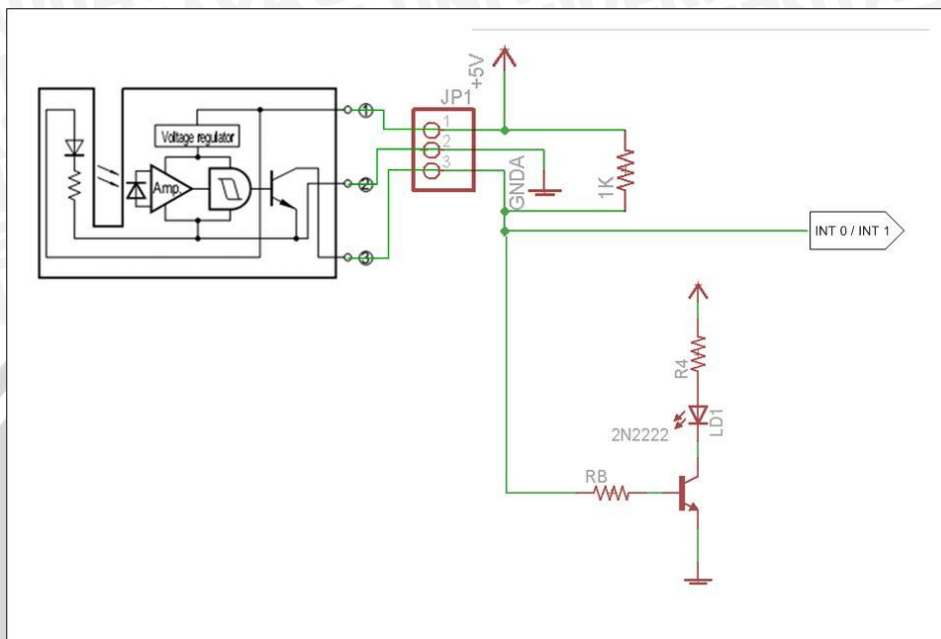
Rangkaian sensor rotari menggunakan komponen *Optical IC Photointerrupter* (*optoswitch*) untuk mendeteksi banyak putaran roda. Rangkaian sensor rotari mendeteksi lubang dari piringan berlubang yang terpasang pada tiap roda. Komponen *optoswitch* yang digunakan adalah tipe GP1A25LC produksi Sharp Corporation. Komponen ini merupakan kombinasi LED inframerah sebagai pemancar cahaya dan *phototransistor* NPN sebagai penerima cahaya. Gambar 4.3 menunjukkan konfigurasi pin dari *optoswitch*.



Gambar 4.3 Konfigurasi pin optoswitch

Sumber: Sharp, 2005: 1

Gambar rangkaian sensor rotari ditunjukkan dalam Gambar 4.4. Tegangan sumber yang digunakan pada rangkaian sensor rotari sebesar 5 volt. Berdasarkan datasheet *optoswitch* GP1A25LC, pin 1 dihubungkan langsung dengan sumber catu 5 volt dan pin 2 dihubungkan ke *ground*.



Gambar 4.4 Rangkaian sensor rotari

Bagian penerima *optoswitch* bekerja pada dua kondisi yakni kondisi saat cahaya LED terhalang (kondisi gelap) dan tidak terhalang (kondisi terang). Berdasarkan datasheet *optoswitch* GP1A25LC, pada saat cahaya LED tidak terhalang V_{out} bernilai 0,35 V dan pada saat terhalang tidak ada tegangan keluaran. Ini dikarenakan sisi kolektor transistor tidak terhubung dengan sumber catu sehingga tidak ada arus yang mengalir. Maka dari itu pin 3 *optoswitch* dihubungkan dengan catu yang disusun seri dengan resistor. Sehingga pada saat terhalang, tidak ada arus mengalir pada sisi basis membuat transistor dalam kondisi *cut-off* dan tegangan keluaran menjadi 5 V. Begitu juga sebaliknya, saat cahaya LED tidak terhalang, arus yang mengalir di basis transistor mengakibatkan transistor dalam kondisi saturasi dan tegangan keluaran 0 V.

Pada bagian keluaran sensor selain dihubungkan dengan pin masukan mikrokontroler juga dihubungkan dengan LED yang dikuatkan terlebih dahulu menggunakan transistor 2N2222. Pemasangan LED ini berfungsi sebagai indikator logika keluaran dari sensor. Transistor 2N2222 dirancang dalam keadaan saturasi pada saat logika keluaran *optoswitch* tinggi. Saat saturasi, transistor mempunyai tegangan kolektor-emiter (V_{CE}) maksimal sebesar 0,4 V apabila diberi arus basis (I_B) sebesar 15

mA. Tegangan basis-emiter (V_{BE}) saat saturasi sebesar 0,6 V. Dengan menggunakan data tersebut, besarnya nilai R_B dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B} & (4-1) \\ &= \frac{5 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{15 \text{ mA}} \\ &= 293,33 \Omega \end{aligned}$$

Nilai R_B mendekati yang terdapat di pasaran sebesar 300 Ω . Nilai I_B yang mengalir pada transistor dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} I_B &= \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \\ &= \frac{5 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{300 \Omega} \\ &= 14,6 \text{ mA} \end{aligned}$$

Nilai I_B yang mengalir apabila dibulatkan menjadi 15 mA. Dengan demikian R_B dapat diaplikasikan dalam rangkaian.

Berdasarkan datasheet LED produksi Everlight, besarnya tegangan bias maju (V_F) adalah 2 V saat arus bias maju (I_F) bernilai 10 mA. Tegangan kolektor-emitor ($V_{CE(sat)}$) transistor pada saat keadaan saturasi sebesar 0,4 V. Dengan menggunakan Persamaan (4-2), dapat ditentukan nilai R_4 minimal yang terpasang pada rangkaian.

$$\begin{aligned} R_{4(\min)} &= \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)} - V_F}{I_F} & (4-2) \\ &= \frac{5 \text{ V} - 0,4 \text{ V} - 2 \text{ V}}{10 \text{ mA}} \\ &= 260 \Omega \end{aligned}$$

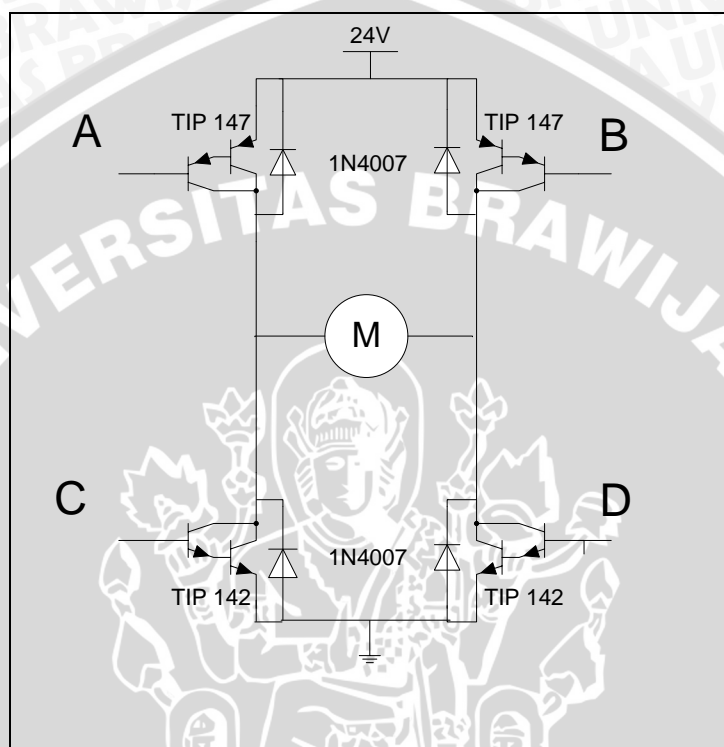
Nilai R_4 yang digunakan dalam rangkaian sebesar 300 Ω . Sehingga besar V_F pada rangkaian dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} V_F &= V_{CC} - R_4 \cdot I_F - V_{CE(sat)} & (4-3) \\ &= 5 - 300 \cdot 0,01 - 0,4 \text{ V} \\ &= 1,6 \text{ V} \end{aligned}$$

Nilai V_F yang bekerja pada rangkaian masih berada diantara nilai minimal sebesar 1,5 V dan nilai nominal sebesar 2 V. Sehingga R_4 dapat diaplikasikan dalam rangkaian.

4.3.2 Rangkaian Driver Motor H-Bridge Transistor Darlington

Sistem driver H-Bridge yang digunakan adalah sistem H-Bridge Transistor Darlington. Yang merupakan rangkaian H-Bridge yang terdiri dari 4 buah transistor darlington (2 buah transistor NPN dan 2 buah transistor PNP dipasang berlawanan). Driver H-Bridge ini digunakan untuk mengontrol arah putaran rotor dari motor. Susunan driver H-Bridge Darlington ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



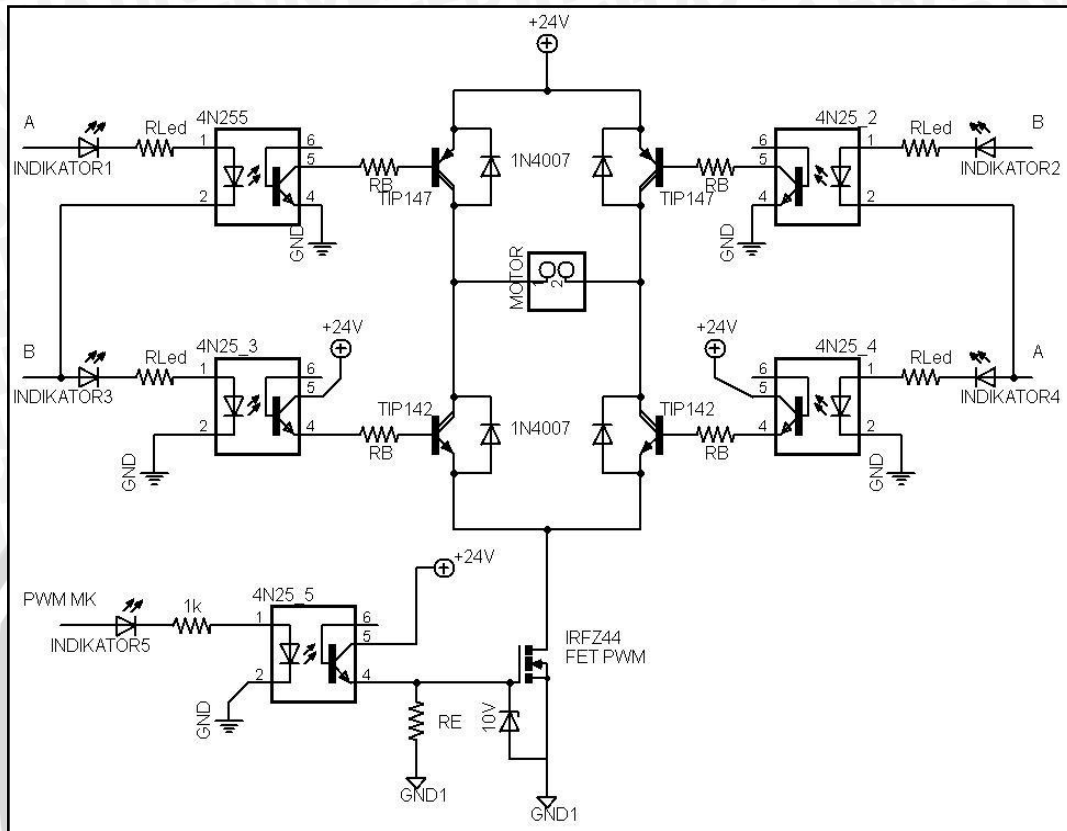
Gambar 4.5 Rangkaian *driver H-Bridge* transistor darlington

Transistor yang digunakan adalah TIP 142 (NPN) dan TIP 147 (PNP) dengan spesifikasi sebagai berikut:

- $\beta_{\min} = 500$
- $I_c \text{ max} = 10\text{A}$
- $V_{ce \text{ sat}} = 100\text{ V}$
- $V_{be \text{ sat}} = 3\text{ V}$

Dalam aplikasi pengontrolan driver H-Bridge dengan mikrokontroler, diperlukan rangkaian pemisah antara pengendalian elektronik dengan rangkaian *H-Bridge*. Pemisahan ini dimaksudkan agar antara pengontrol dan *driver* terpisah secara elektrik, sehingga perubahan tegangan maupun arus yang terjadi pada bagian *H-bridge* tidak akan mempengaruhi kinerja sistem kontrol. Dalam perancangan ini digunakan rangkaian pengendali optik. Komponen yang digunakan adalah *optocoupler* 4N25.

Jadi secara keseluruhan rangkaian pengendali arah motor dan kecepatan ditunjukkan dalam Gambar 4.6.

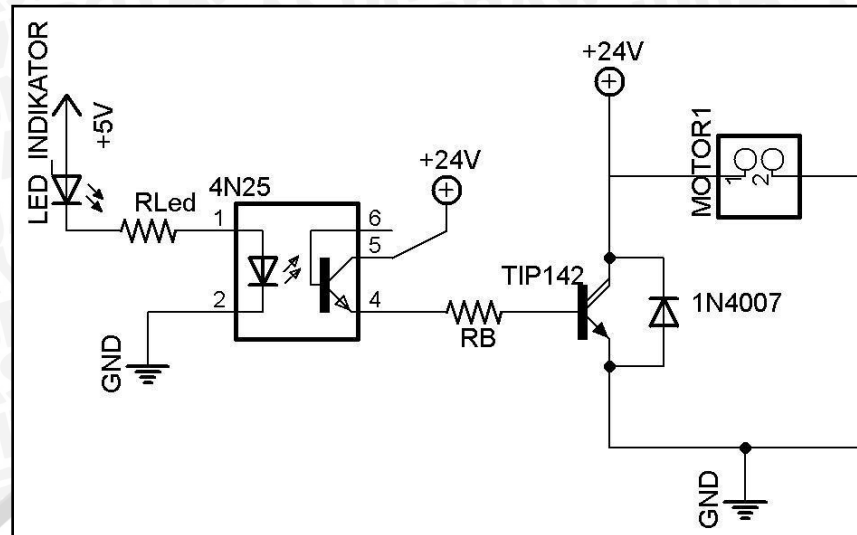


Gambar 4.6 Rangkaian secara keseluruhan driver motor

Optocoupler 4N25 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- $turn\ on\ time = 2\mu s$
- $turn\ off\ time = 2\mu s$
- $I_{Fmax} = 60mA$
- $V_F = 1,2\ V$
- $I_{Cmax} = 100mA$
- $V_{Cesat} = 0,3\ V$

Alasan pemilihan 4N25 sebagai komponen *optocoupler* yang akan digunakan adalah karena 4N25 memiliki *turn on time* dan *turn off time* cukup kecil yaitu $2\mu s$. Dengan *turn on time* dan *turn off time* yang kecil memungkinkan *optocoupler* meneruskan sinyal dengan frekuensi tinggi. Rangkaian pemisah optocoupler ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian pemisah optocoupler

Pengontrol arah dan kecepatan menggunakan ATmega8, dengan spesifikasi:

- $I_{OL} = 20 \text{ mA}$
- $I_{OH} = 20 \text{ mA}$
- $V_{OL} = 0 \text{ V}$
- $V_{OH} = 5 \text{ V}$

Untuk perancangan nilai resistor LED optocoupler sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 R_{led} &= \frac{V_A - 2V_F}{I_{OH}} && (4-4) \\
 &= \frac{5 \text{ V} - (2 \times 1,2 \text{ V})}{20 \times 10^{-3}} \\
 &= \frac{2,6 \text{ V}}{20 \times 10^{-3}} \\
 &= 130 \Omega
 \end{aligned}$$

Besar tahanan R_{led} yang digunakan dalam perancangan dipilih sebesar 150Ω .

$$\begin{aligned}
 I_{OH} &= \frac{V_A - 2V_F}{R_{led}} \\
 &= \frac{5 \text{ V} - 2,4 \text{ V}}{150} \\
 &= \frac{2,6 \text{ V}}{150} \\
 &= 17,3 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Jadi arus yang mengalir dalam LED optocoupler sebesar $17,3 \text{ mA}$. Masih dibawah arus maksimal *pinout* mikrokontroler yang sebesar 20 mA . *Optocoupler* ini

memiliki *Current Rate Transfer* (*CTR*) minimal 20%, sehingga nilai arus I_C (arus pada sisi detektor opto) terhadap arus I_F (arus led opto):

$$CTR_{(min)} = \frac{I_C}{I_F} \times 100\% \quad (4-5)$$

$$\begin{aligned} I_C &= I_F \times \frac{20}{100} \\ &= 17,3 \times \frac{1}{5} = 3,46 \text{ mA} \end{aligned}$$

Nilai arus kolektor pada sisi detektor opto (I_C) adalah sebesar 3,46 mA. Nilai ini sudah melebihi nilai minimal arus I_C sebesar 2 mA. Perancangan nilai resistor basis transistor darlington NPN TIP 142 sebagai berikut:

- Analisis loop tertutup:

$$V_{CC} - V_{ce_{sat}} - V_B - V_{be_{sat}} = 0 \quad (4-6)$$

$$V_B = V_{CC} - V_{ce_{sat}} - V_{be_{sat}}$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{ce_{sat}} - V_{be_{sat}}}{I_{B_{darlington}}}$$

$$= \frac{V_{CC} - V_{ce_{sat}} - V_{be_{sat}}}{I_C}$$

$$= \frac{24 - 0,1 - 3}{17,3 \times 10^{-3}}$$

$$= \frac{20,9}{0,0173}$$

$$= 1208 \text{ ohm}$$

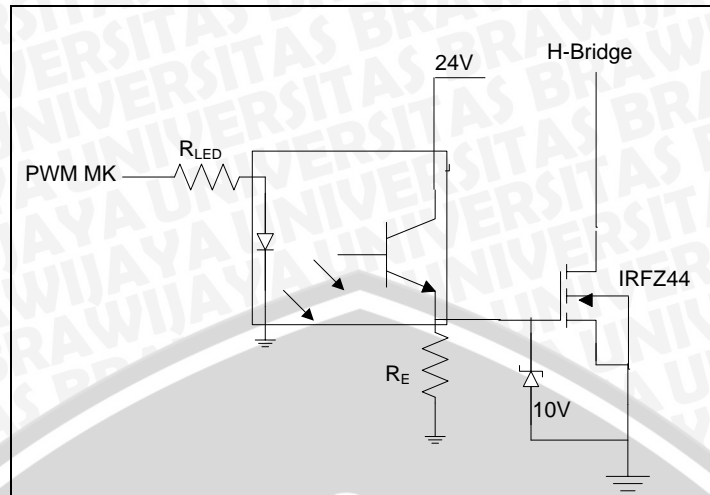
Besar tahanan R_B yang digunakan dalam perancangan dipilih sebesar 1 k Ω .

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{ce_{sat}} - V_{be_{sat}}}{1 \text{ k}\Omega}$$

$$= \frac{20,9 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega}$$

$$= 0,0209 \text{ A}$$

Untuk mengontrol putaran motor digunakan E-MOSFET kanal N dengan masukan berupa sinyal PWM dari mikrokontroler. Rangkaian pengontrol kecepatan motor ditunjukkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Rangkaian pengontrol kecepatan motor

FET yang digunakan adalah IRFZ44N dengan spesifikasi sebagai berikut:

- $V_{DS\ max} = 55V$
- $I_{D\ max} = 49A$
- $R_{DS\ on\ max} = 22\Omega$
- $V_{GS\ max} = 20V$
- $V_{GS\ threshold} = 3V$

Alasan pemilihan IRFZ44N sebagai komponen FET yang akan digunakan adalah karena IRFZ44N memiliki $I_{D\ max}$ cukup besar dan $R_{DS\ on\ max}$ lebih kecil dibanding beberapa jenis E-MOSFET kanal N lain, contohnya IRF520, IRF540, IRF630, IRF720, IRF820, dan IRFZ40. Dengan $I_{D\ max}$ yang cukup besar dan $R_{DS\ on\ max}$ yang kecil membuat IRFZ44N tidak cepat panas ketika dilewati arus yang cukup besar.

Untuk aplikasi pengontrol kecepatan putaran motor, FET selalu dikondisikan dalam keadaan saturasi atau *cut off*-nya. Hal ini dimaksudkan agar tidak terlalu banyak daya yang terbuang dalam FET itu sendiri.

Untuk E-MOSFET kanal N syarat agar komponen dalam kondisi *cut off* adalah ketika $V_{GS} < V_{threshold}$. Dengan $V_{threshold}$ IRFZ44N = 3 V, maka $V_{GS\ cut\ off}$ yang digunakan kurang dari 3 V. V_{GS} yang digunakan adalah 0V.

Untuk E-MOSFET kanal N syarat agar komponen dalam kondisi aktif saturasi adalah ketika $V_{GS} > V_{threshold}$, dan $V_{DS} > (V_{GS} - V_{threshold})$. Dengan V_{DS} yang digunakan adalah sebesar 24V, maka $V_{GS} < 27V$. Mengingat $V_{GS\ max} = 20V$, maka $3V < V_{GS} < 20V$. V_{GS} saturasi yang digunakan adalah 10V. Untuk membatasi tegangan V_{GS} saturasi ini digunakan dioda zener 10V.

Perancangan nilai resistor R_E untuk tegangan masukan E-MOSFET :

$$\begin{aligned} R_E &= \frac{24 - V_{CEsat}}{I_c} \\ &= \frac{24 - 0,3}{100 \cdot 10^{-3}} \\ &= 273 \Omega \end{aligned}$$

Besar tahanan R_E yang akan digunakan dalam sistem adalah 270 Ω .

$$\begin{aligned} I_c &= \frac{24 - V_{CEsat}}{R_{opto}} \\ &= \frac{24 - 0,3}{270} \\ &= 8,78 \times 10^{-2} = 87,8 \text{ mA} \end{aligned}$$

4.3.3 Sistem Mikrokontroler ATmega8

Sistem Mikrokontroler ATmega8 digunakan sebagai pengendali utama pada sistem. Proses yang dikendalikan meliputi pergerakan robot, pengambilan data sensor posisi, penyimpanan, pengolahan hingga proses transmisi data menggunakan radio frekuensi.

Mikrokontroler ATmega8 dipilih karena dengan SRAM internal 1 kB dan 23 jalur I/O sudah mencukupi untuk menjalankan sistem ini. Hal ini dikarenakan mikrokontroler ATmega8 tidak perlu menyimpan seluruh data rotari karena sistem bekerja mentransmisikan data secara *real-time*.

Data keluaran kedua sensor rotari masing-masing dihubungkan dengan pin INT0 dan pin INT1. Timer/Counter 0 digunakan untuk menyampling data pulsa keluaran sensor rotari. Data yang akan diambil berupa total waktu *low level logic* pulsa rotari masing-masing motor selama rentang waktu (Δt) tertentu tersebut. Pengambilan data pulsa rotari menggunakan pemicuan tepi turun.

Selanjutnya, data hasil pembacaan tersebut diolah dan dikirim ke Sistem Pengolah Sensor Posisi menggunakan media transmisi radio frekuensi.

Mikrokontroler ATmega32 mempunyai 23 jalur I/O yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran. 23 jalur I/O ini dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu port B, C, dan D. Pada perancangan ini, pin-pin yang digunakan adalah sebagai berikut:

PD1 (TXD)	: digunakan untuk mengirim data ke Sistem Pengolah Sensor Posisi
PD2 (INT0)	: dihubungkan ke keluaran data sensor rotari kanan
PD3 (INT1)	: dihubungkan ke keluaran data sensor rotari kiri
PC0 & PC1	: dihubungkan ke motor penggerak kiri
PC2 & PC3	: dihubungkan ke motor penggerak kanan
PB1 (OC1A)	: mengatur kecepatan motor kiri
PB2 (OC1B)	: mengatur kecepatan motor kanan
PB0	: digunakan untuk peng-aktifan program

4.3.4 Timer/Counter2 Sebagai Pewaktu Δt Pengambilan Data

Timer/Counter2 Atmega8 dioperasikan pada mode CTC (Clear Timer On Compare Match) untuk dapat menghasilkan nilai pewaktu Δt yang dibutuhkan. Mode CTC akan membuat nilai counter timer (TCNT0) naik mulai dari nol hingga mencapai nilai OCR2 yang diberikan.

Ketika nilai counter sama dengan nilai OCR2, maka nilai counter akan direset ulang menjadi nol. Pada saat itu pula logika keluaran pin OCR0 akan berubah dari logika sebelumnya.

Untuk menentukan nilai Δt pewaktuan yang dibutuhkan, perlu diingat bahwa keluaran Timer mengalami keadaan toggle apabila tercapai nilai OCR2 yang diberikan. Sebagai contoh, bila digunakan frekuensi clock mikrokontroler sebesar 11,0592 MHz dan prescaler 1024, maka untuk mendapatkan nilai Δt tiap 10 milidetik ($T = 10$ milidetik / $f = 100$ Hz) yang dibutuhkan:

$$f_{oc2} = \frac{f_{clk_I/O}}{2.N.(1+OCR2)} \quad (4-7)$$

$$OCR2 = \left(\frac{f_{clk_I/O}}{2.N.f_{oc2}} \right) - 1$$

$$= \left(\frac{11,0592 \times 10^6}{2 \times 1024 \times 100} \right) - 1$$

$$= 0x0035$$

4.3.5 Perancangan Antarmuka Mikrokontroler dengan Pemancar TLP 434A

Dalam perancangan antarmuka ini diperlukan pengaktifan mode USART (*Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter*) pada mikrokontroler dan perancangan rangkaian pemancar dengan mikrokontroler.

4.3.5.1 Perancangan USART Mikrokontroler ATmega8

USART mikrokontroler ATmega8 digunakan sebagai media pengatur transmisi data serial melalui radio frekuensi. Mode yang digunakan adalah asinkron normal. Pada perancangan USART ini pemancar (Tx) USART diaktifkan. Konfigurasi lebar data yang digunakan adalah 8 bit data, 1 stop dan tanpa pariti.

Selanjutnya adalah perancangan nilai baudrate transmisi yang digunakan. Baudrate transmisi data dipilih sebesar 9600 bps. Bila digunakan frekuensi clock mikrokontroler 11,0592 MHz, maka untuk mendapatkan nilai baudrate 9600 bps tersebut, nilai UBRR-nya:

$$\begin{aligned} UBRR &= \frac{f_{osc}}{16 \cdot \text{Baudrate}} - 1 \\ &= \frac{11,0592 \times 10^6}{16 \cdot 9600} - 1 \\ &= \frac{11059200}{153600} - 1 \\ &= 71 = 0x0047 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan frekuensi clock 11,0592 Mhz nilai UBRR yang didapatkan sama dengan 71 yang menghasilkan baudrate tepat 9600 bps.

Tiap pengiriman 1 byte data, dikirimkan 10 bit dengan rincian 1 start bit, 1 byte data dan 1 stop bit. Bila 1 paket data yang dikirim terdapat 11 byte data, maka total bit yang terdapat dalam 1 paket data ada 110 bit. Dengan demikian dapat diketahui waktu yang diperlukan untuk pengiriman 1 paket (t) data dengan perhitungan berikut.

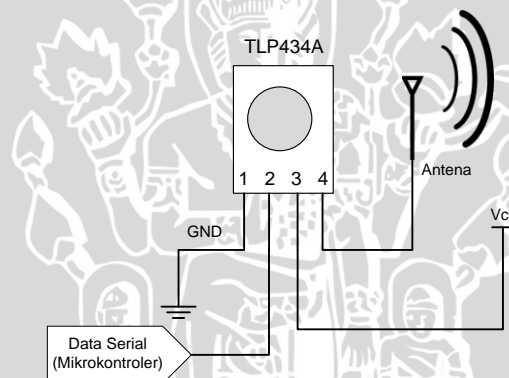
$$\begin{aligned} t &= \frac{\text{Jumlah bit dalam paket data}}{\text{Baudrate}} \\ &= \frac{110 \text{ bit}}{9600} \\ &= 11,45 \text{ ms} \end{aligned}$$

Pada bagian pengolah data, unit penerima RLP 434A membutuhkan waktu *rise-time* 5 milidetik untuk persiapan menerima data. Sehingga ketika sebuah paket data yang memiliki 11 byte data membutuhkan waktu sekitar 12 detik untuk sekali

pengiriman, waktu ini masih lebih kecil dari waktu sampling pengiriman data sebesar 50 ms. Sehingga waktu transmisi data tidak akan mempengaruhi proses pengolahan data pada komputer.

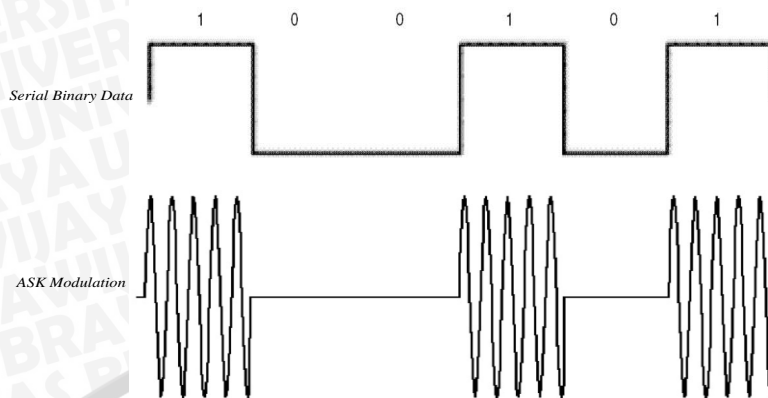
4.3.5.2 Perancangan Perangkat Keras Pemancar Radio Frekuensi TLP 434A

Modul pemancar radio frekuensi TLP 434A ini bekerja pada frekuensi 433,92 MHz dengan catu tegangan antara 2 volt hingga 12 volt. Jarak pancar maksimalnya adalah 100 meter tanpa halangan dan 30 meter di dalam gedung. Ukuran ini dapat dipengaruhi oleh faktor antena, kebisingan dan tegangan kerja pemancar. Dalam perancangan ini catu yang digunakan adalah 5 volt, ini untuk memudahkan perancangan karena hampir keseluruhan sistem menggunakan catu 5 volt untuk bekerja selain motor penggerak yang memerlukan 24 volt. Modul TLP 434A ini memiliki 4 pin terdiri dari 2 pin untuk catu, 1 pin data dan 1 pin antena. Berikut adalah gambar rangkaian dari modul TLP 434A.



Gambar 4.9 Rangkaian pemancar TLP434A

Data masukan untuk modul TLP 434A ini haruslah berupa data digital dengan level TTL (*Transistor-Transistor Logic*) dan dikirim secara serial. Sehingga pin data pemancar dihubungkan langsung ke pin TX USART ATmega8 yaitu PD.1. Sinyal data kemudian dimodulasikan menggunakan modulasi ASK (*Amplitudo Shift Keying*) untuk dipancarkan. Contoh gelombang ASK ditunjukkan dalam Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Sinyal termodulasi ASK

Sumber: Prasad, 2003: 137

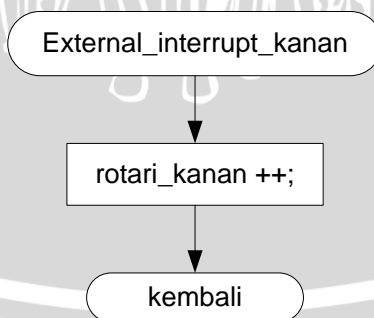
Berdasarkan data yang ada pada *datasheet*, pemancar RF ini memiliki kecepatan data serial maksimum hingga 200 kbps.

4.4 Perancangan Perangkat Lunak

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perancangan perangkat lunak, antara lain perangkat lunak harus mampu mengambil informasi berupa data sensor rotari, melakukan pembacaan data dengan selang waktu yang telah ditentukan. Perangkat lunak juga harus dapat digunakan untuk mengirim data hasil pembacaan ke sistem lain menggunakan media radio frekuensi.

4.4.1 Sub Rutin Interrupt Eksternal 0 Sebagai Penghitung Pulsa Rotari Kanan

Sub rutin interrupt eksternal 0 digunakan sebagai penghitung pulsa rotari kanan. Diagram alir sub rutin interrupt eksternal ditunjukkan dalam Gambar 4.11 berikut.

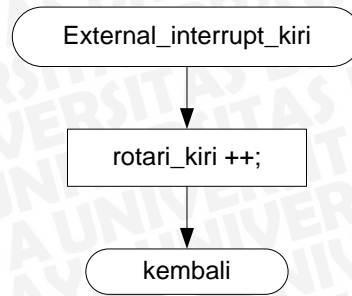


Gambar 4.11 Diagram alir sub rutin interrupt eksternal 0

4.4.2 Sub Rutin Interrupt Eksternal 1 Sebagai Penghitung Pulsa Rotari Kiri

Sub rutin interrupt eksternal 1 digunakan sebagai penghitung pulsa rotari kiri. Diagram alir sub rutin interrupt eksternal ditunjukkan dalam Gambar 4.12 berikut.



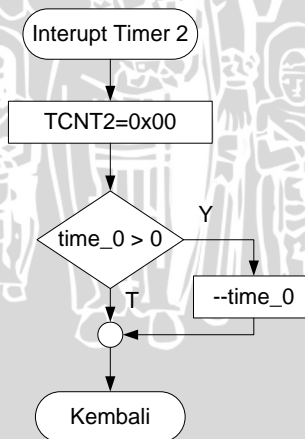


Gambar 4.12 Diagram alir sub rutin interrupt eksternal 1

4.4.3 Perancangan Sub Rutin Interupt Timer 2

Sub rutin interrupt timer 2 berfungsi sebagai pencacah waktu dari proses utama yang meliputi pengambilan data, pengolahan data dan penghapusan data. Pada sub rutin ini nilai dari variabel yang berfungsi sebagai penanda proses utama akan dikurangi tiap satuan waktu timer 2. Apabila penanda waktu sudah bernilai 0, maka proses pada program utama akan dijalankan kemudian pada program utama nilai variabel penanda akan diisi ulang. Diagram alir sub rutin interrupt Timer 2 ditunjukkan dalam Gambar 4.13. Dalam Gambar 4.13 penanda disimbolkan dengan 'time_0'.

Jika pada penanda diberi nilai 5, maka setiap kali terjadi interrupt nilai penanda akan dikurangi 1 hingga mencapai nilai 0. Jika sudah 0, maka variabel penanda akan diisi kembali lagi dengan nilai 5 dan seterusnya.

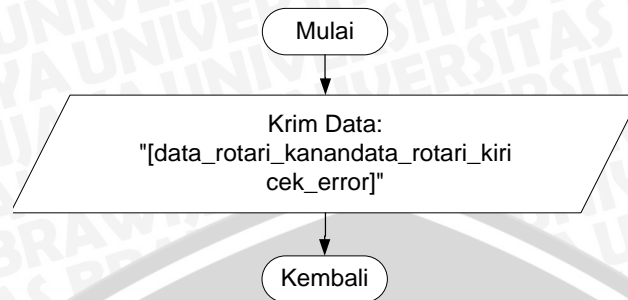


Gambar 4.13 Diagram alir sub rutin interrupt timer2

4.4.4 Perancangan Sub Rutin Mengubah Nilai Integer ke ASCII

Sub rutin mengubah nilai integer ke ASCII ini berfungsi untuk mengubah tipe data rotari yang awalnya adalah integer menjadi karakter-karakter yang sesuai dengan ASCII. Pengubahan ini perlu dilakukan karena untuk merepresentasikan data-data rotari kanan dan kiri menjadi karakter-karakter yang mudah diolah oleh Sistem Pengolah Data

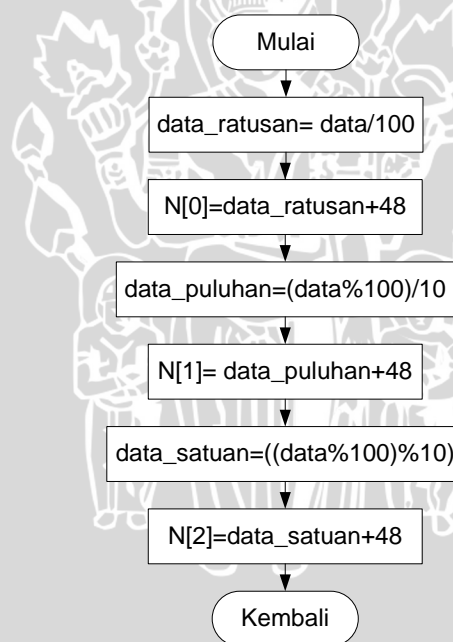
nantinya. Diagram alir sub rutin mengubah nilai integer ke ASCII ini ditunjukkan dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Diagram alir sub rutin pengiriman data

4.4.5 Perancangan Sub Rutin Pengiriman Data

Dalam sub-rutin ini setelah penanda dari timer *interrupt* memenuhi syarat, maka data rotari kanan dan rotari kiri akan dikirim beserta *checksum* sesuai dengan protokol pengiriman data. Diagram alir sub rutin pengiriman data ditunjukkan dalam Gambar 4.15.

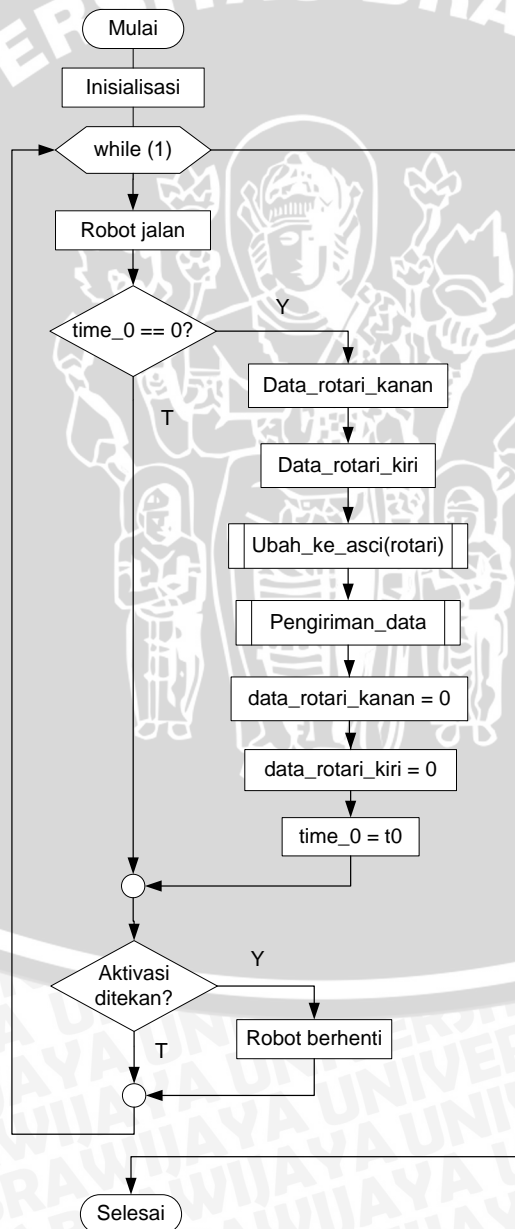


Gambar 4.15 Diagram alir sub rutin mengubah nilai integer ke ASCII

4.4.6 Perancangan Rutin Utama

Rutin utama berfungsi untuk menjalankan proses utama yang meliputi menggerakkan robot, pengambilan data sensor, dan pengiriman data. Dalam sub rutin utama, proses ini akan diulang secara terus menerus selama sistem dinyalakan. Diagram alir rutin utama ditunjukkan dalam Gambar 4.16.

Ketika robot diaktifkan, robot akan berjalan dan interrupt eksternal 0 dan interrupt eksternal 1 mulai melakukan sub-rutinnya menghitung pulsa sensor rotari masing-masing rotari kanan dan kiri. Saat nilai penanda 'time_0' sama dengan 0 maka program mulai membaca jumlah pulsa dari masing-masing sensor rotari dan mengubahnya ke format ascii. Data digabung menjadi sebuah format paket data dan dikirim melalui pemancar RF. Variabel rotari kanan dan rotari kiri kembali direset menjadi 0 dan nilai penanda (time_0) kembali diisi dengan nilai awal. Pengecekan dilakukan pada pin aktivasi (PB.0), jika ditekan robot akan berhenti dan jika tidak ditekan robot akan terus jalan, proses pembacaan dan pengiriman data rotari dilanjutkan.



Gambar 4.16 Diagram alir rutin utama

4.5 Perancangan Format Paket Data

Agar proses komunikasi dapat berjalan baik dan data yang diterima dapat lebih mudah untuk dikenali dan diolah, maka antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data disepakati bentuk perancangan format paket data. Format paket data berbentuk string yang tersusun atas beberapa karakter. Pada saat proses perancangan diketahui bahwa selama pemancar dan penerima RF aktif tetapi tidak terjadi proses transmisi data, pada bagian penerima RF akan menerima bermacam-macam karakter yang tidak dikenali. Oleh karena itu dirancanglah format paket data yang ditunjukkan dalam Gambar 4.17.

Kepala (1 byte)	Rotari Kanan (3 byte)	Rotari kiri (3 byte)	Cek error (3 byte)	Ekor (1 byte)
[---	---	---]

Gambar 4.17 Format paket data komunikasi antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data

Penjelasan dari format paket data diatas adalah sebagai berikut:

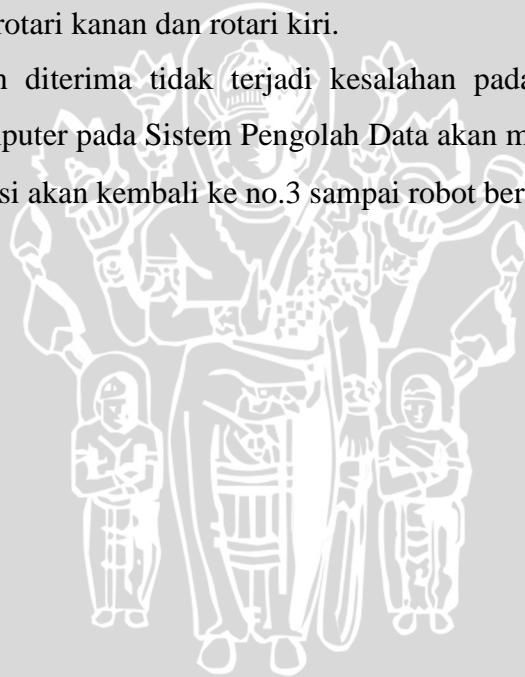
- Kepala : Satu buah karakter (1 byte) yang diletakkan diawal sebagai penanda agar paket data bisa dikenali dan menandakan awal dari proses pengiriman data.
- Rotari kanan : Tiga buah karakter (3 byte) yang menyatakan nilai jumlah pulsa yang terbaca oleh rotari kanan.
- Rotari kiri : Tiga buah karakter (3 byte) yang menyatakan nilai jumlah pulsa yang terbaca oleh rotari kiri.
- Cek Error : Tiga karakter (3 byte) data yang digunakan untuk mengecek kebenaran data yang dikirim.
- Ekor : Satu buah karakter (1 byte) yang bertujuan sebagai penanda akhir dari pengiriman data.

4.6 Perancangan Protokol Komunikasi

Agar format paket data yang dirancang dapat diterima dan diolah oleh komputer, maka diperlukan adanya protokol komunikasi. Protokol komunikasi ini yang mengatur mulai dari proses pembacaan data, pengiriman data sampai data diterima oleh Sistem

Pengolah Data. Protokol komunikasi antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data adalah sebagai berikut,

- 1) Pertama harus dipastikan bahwa kedua sistem antara Sistem Pengirim Data dan Sistem Pengolah Data dalam keadaan aktif.
- 2) Setelah kedua sistem dalam keadaan aktif, robot siap dijalankan. Pada saat robot mulai berjalan mikrokontroler pada Sistem Pengirim Data akan menghitung jumlah putaran motor kanan dan motor kiri yang terbaca oleh sensor *rotary encoder*.
- 3) Sistem Pengirim Data akan mengirim data ke Sistem Pengolah Data yang terdiri dari data rotari kanan, data rotari kiri dan data nilai *checksum*. Data akan dikirim tiap Δt ms sesuai waktu sampling yang telah disepakati.
- 4) Data yang diterima oleh Sistem Pengolah Data kemudian diperiksa dengan sistem *checksum*. Nilai *checksum* pada data yang diterima digunakan sebagai pegecekan validitas data sensor rotari kanan dan rotari kiri.
- 5) Jika data yang telah diterima tidak terjadi kesalahan pada proses perhitungan *checksum*, maka komputer pada Sistem Pengolah Data akan mengolah data tersebut dan proses komunikasi akan kembali ke no.3 sampai robot berhenti.



BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS

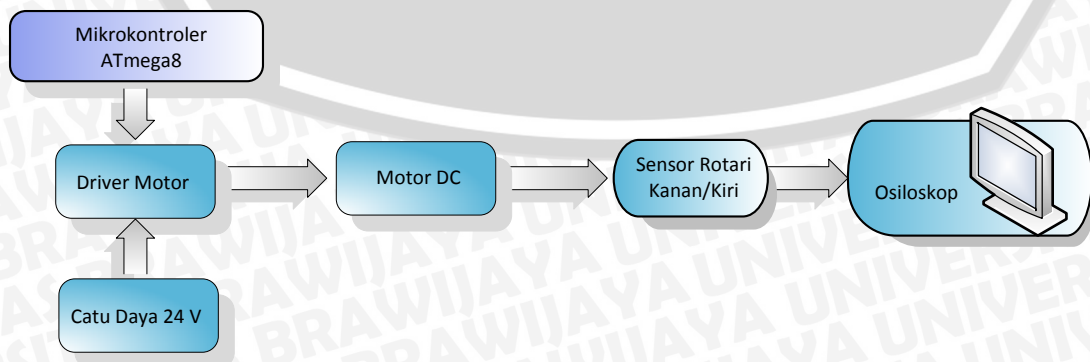
Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui apakah sistem telah bekerja sesuai perancangan. Pengujian dilakukan per diagram blok kemudian secara keseluruhan. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pengujian sensor rotari
 - a) Pengujian kecepatan respon sensor rotari
 - b) Pengujian jumlah pulsa sensor rotari dalam satu putaran
- 2) Pengujian rangkaian *driver* motor *H-bridge* transistor *darlington*
- 3) Pengujian pewaktuan
- 4) Pengujian pembacaan pulsa rotari dengan nilai PWM berbeda
- 5) Pengujian rangkaian pemancar TLP 434A dan penerima RLP 434A.
- 6) Pengujian komunikasi data dan jarak jangkauan transmisi radio frekuensi.
- 7) Pengujian keseluruhan sistem.

5.1 Pengujian Sensor Rotari

Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya *bouncing* saat pembacaan pulsa rotari dan mengetahui kesesuaian jumlah pulsa yang terbaca selama satu putaran penuh dengan jumlah segmen rotari yang digunakan, mengetahui unjuk kerja dari sensor rotari enkoder apabila digunakan dalam mengukur putaran motor saat berputar dalam PWM maksimal dan juga untuk mengukur batas maksimal dari mikrokontroler dalam membaca keluaran dari sensor *rotary encoder*.

Prosedur pengujian adalah dengan menghubungkan keluaran sensor rotari kanan maupun sensor rotari kiri dengan osiloskop digital ditunjukkan dalam Gambar 5.1 berikut ini.



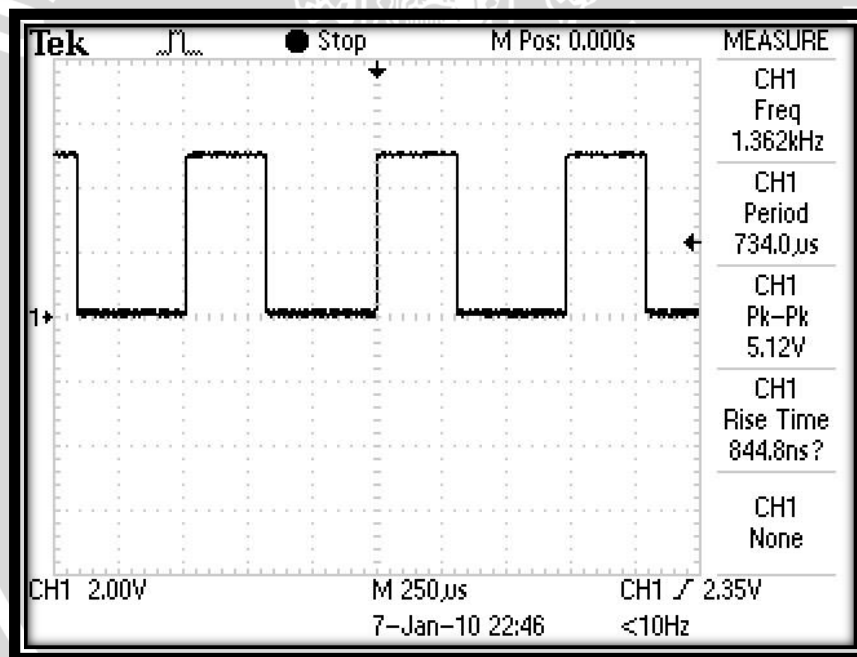
Gambar 5.1 Diagram blok pengujian sensor *rotary encoder*

Peralatan yang digunakan dalam pengujian antara lain:

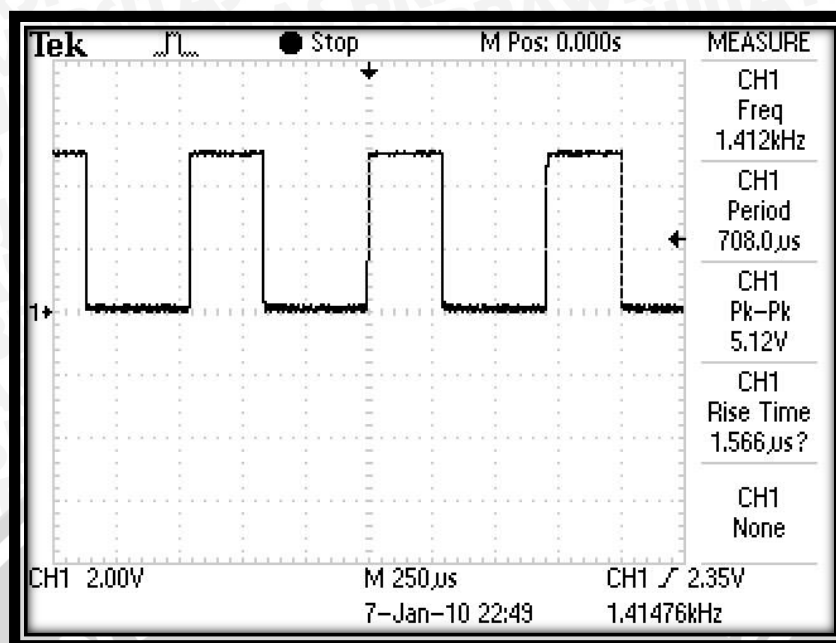
- *Rotary encoder* GP1A25LC
- Minimum sistem mikrokontroler ATmega8
- Osiloskop
- Software Codevision AVR.

Prosedur yang dilakukan dalam pengujian ini adalah:

- 1) Mengatur rangkaian seperti diagram blok seperti dalam Gambar 5.1.
- 2) Pada perangkat lunak untuk mikrokontroler ATmega8, atur keluaran PWM pada kondisi maksimal (255).
- 3) Pada pengujian ini *rotary encoder* terpasang pada roda robot, kemudian mikrokontroler mengeluarkan PWM maksimal untuk memberikan putaran maksimal pada motor.
- 4) Keluaran dari *rotary encoder* dihubungkan dengan osiloskop.



Gambar 5.2 Respon Sensor Rotari Motor Kanan dengan Nilai PWM 255



Gambar 5.3 Respon Sensor Rotari Motor Kiri dengan Nilai PWM 255

Dari hasil pengujian *rotary encoder*, sensor dapat bekerja dengan baik. Sensor bisa menghasilkan pulsa keluaran dengan motor kecepatan maksimal (PWM = 255). Dari hasil pengujian sensor rotari ini juga didapatkan bahwa sensor membaca jumlah pulsa sebesar 328 pulsa dalam 1 putaran penuh roda.

5.2 Pengujian Rangkaian *Driver Motor H-Bridge Transistor Darlington*

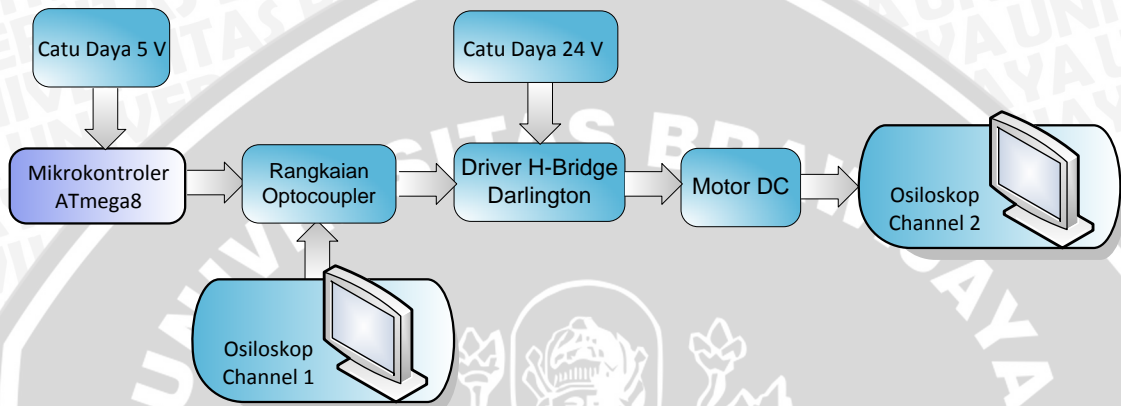
Dalam pengujian driver dua motor penggerak ini bertujuan untuk mengetahui respon dari *driver H-Bridge* transistor *Darlington* terhadap sinyal masukan dari mikrokontroler dan menguji sinyal keluaran dari *driver H-Bridge* terhadap sinyal PWM yang oleh mikrokontroler. Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

1. Catu daya 24 volt.
2. Catu daya 5 volt
3. Motor DC
4. Rangkaian *driver H-Bridge* transistor *darlington*
5. Minimum sistem mikrokontroler ATmega 8
6. Osiloskop

Pada pengujian ini ada dua prosedur yang dilakukan, yaitu prosedur untuk pengujian respon driver H-Bridge terhadap sinyal masukan arah dari mikrokontroler dan pengujian respon driver H-Bridge terhadap sinyal masukan PWM dari mikrokontroler.

Prosedur Percobaan pengujian respon driver *H-Bridge* terhadap masukan sinyal arah:

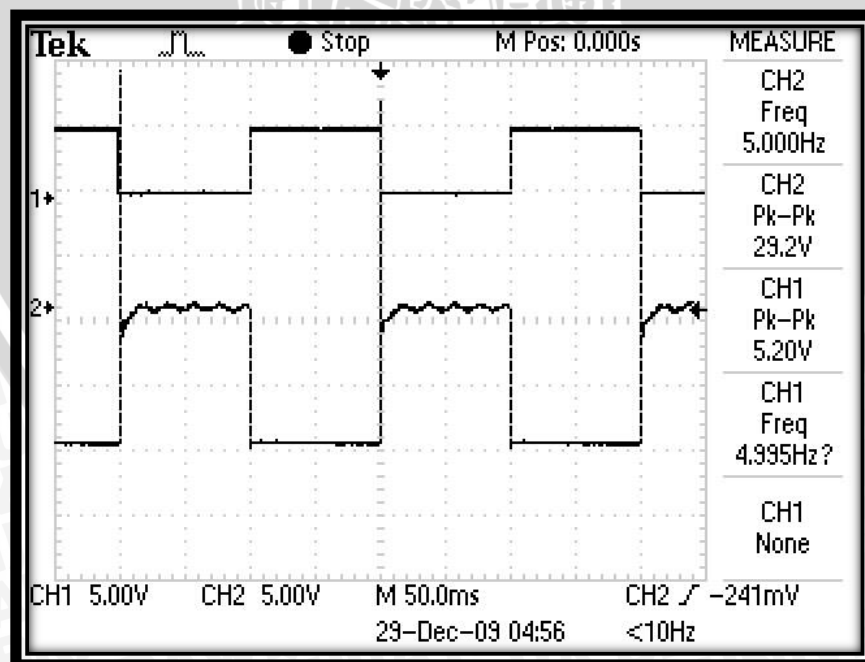
- Mengatur rangkaian seperti diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.4.
- Memberi masukan sinyal arah motor maju 1 ke rangkaian optocoupler dengan frekuensi 5 Hz
- Memberi masukan sinyal arah motor mundur 0 ke rangkaian optocoupler.
- Melihat respon keluaran di osiloskop.



Gambar 5.4 Diagram blok pengujian *driver* motor *H-Bridge* transistor *darlington*

Hasil Pengujian:

Hasil pengujian respon driver *H-Bridge Darlington* dilihat dalam osiloskop ditunjukkan dalam Gambar 5.5 sebagai berikut:



Gambar 5.5 Grafik pengujian sinyal masukan arah terhadap driver *H-Bridge*

Grafik pada chanel 1 adalah masukan logika dari mikrokontroler dengan frekuensi sebesar 5 Hz, sedangkan pada chanel 2 adalah keluaran *H-bridge Darlington*. Berdasarkan Gambar 5.5 didapatkan sinyal keluaran rangkaian *H-bridge Darlington* memiliki frekuensi 5Hz. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa rangkaian *H-bridge Darlington* bekerja dengan baik karena dapat meneruskan logika pengontrolan arah.

Prosedur Percobaan pengujian respon driver H-Bridge terhadap masukan sinyal PWM, Pada pengujian respon *H-bridge* Transistor Darlington terhadap sinyal kecepatan (PWM), sinyal masukan yang diberikan adalah:

- a) Sinyal masukan pada pin A *driver* optik adalah logika 1.
- b) Sinyal masukan pada pin B *driver* optik adalah logika 0.
- c) Sinyal masukan pada pin PWM *driver* optik adalah sinyal persegi dengan frekuensi 1kHz dengan duty cycle 0%-100% dengan kenaikan 10%.

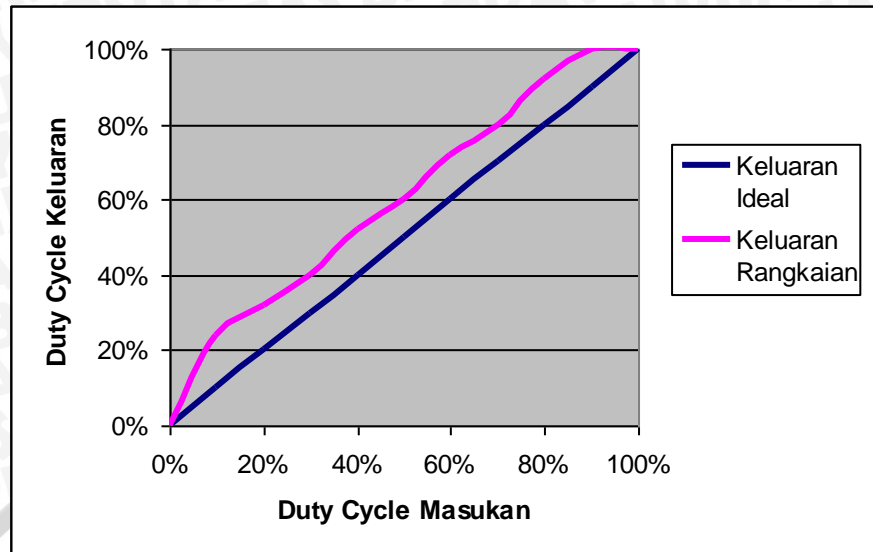
Melalui pengamatan pada osiloskop didapatkan hasil pengujian rangkaian *H-bridge* E-MOSFET kanal N yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Rangkaian H-Bridge terhadap Masukan Sinyal PWM

Duty Cycle Masukan	Duty Cycle Keluaran
0%	0%
10%	24%
20%	32%
30%	40%
40%	52%
50%	60%
60%	72%
70%	80%
80%	92%
90%	100%
100%	100%

Berdasar Tabel 5.1, pada setiap pengujian terdapat selisih *duty cycle* keluaran rata-rata sebesar 10%. Hal ini disebabkan karena akumulasi *delay* yang terjadi pada seluruh rangkaian, yaitu pada rangkaian *optocoupler*, dan rangkaian *H-bridge* transistor darlington.

Perbandingan keluaran ideal rangkaian dengan keluaran rangkaian sebenarnya ditunjukkan dalam Gambar 5.6.

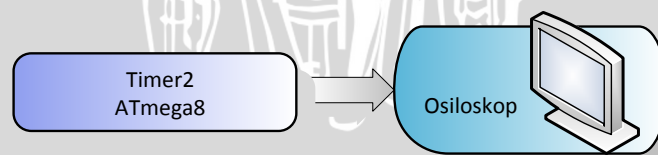


Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Keluaran Ideal Rangkaian dengan Keluaran Rangkaian H-Bridge sebenarnya

Berdasarkan Gambar 5.6 tampak bahwa secara umum keluaran rangkaian tetap linier namun dengan pergeseran 10% di atas keluaran ideal rangkaian. Dengan demikian dapat disarankan agar rangkaian meneruskan *duty cycle* yang diinginkan maka *duty cycle* sinyal PWM dari pengontrol diturunkan 10% dari *duty cycle* yang diinginkan.

5.3 Pengujian Pewaktuan

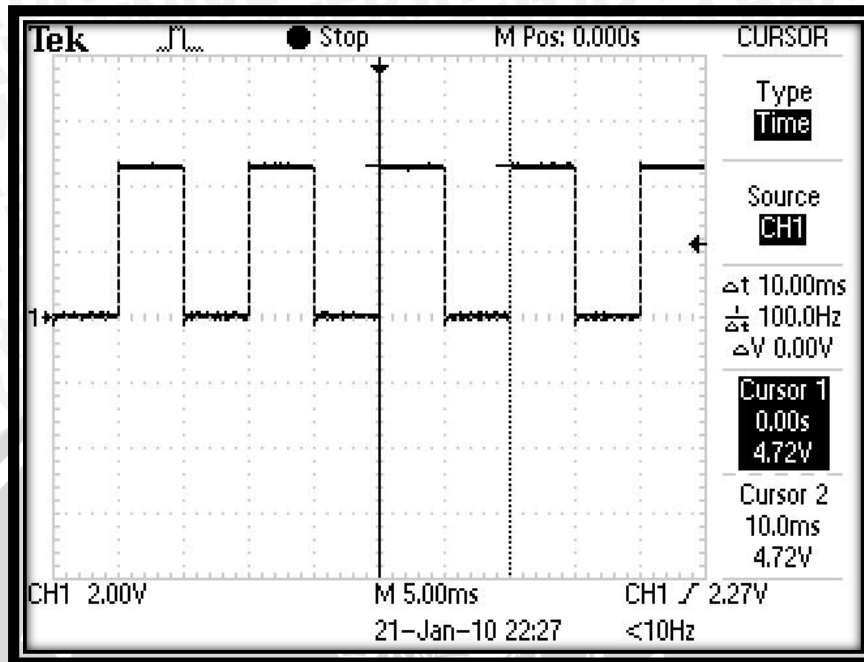
Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kesesuaian nilai pewaktuan yang direncanakan dengan yang terjadi sebenarnya. Instrumen yang diperlukan dalam pengujian ini adalah mikrokontroler ATmega8 dan osiloskop. Prosedur pengujian adalah dengan menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.7 Diagram blok pengujian pewaktuan

Untuk menentukan nilai pewaktuan sampling data (Δt) yang dibutuhkan, perlu diingat bahwa keluaran Timer mengalami keadaan *set* apabila tercapai nilai OCR2 yang diberikan. Dengan menggunakan frekuensi clock mikrokontroler sebesar 11,0592 MHz dan prescaler 1024, maka untuk mendapatkan nilai Δt tiap 10 milidetik, periode yang diharapkan $T = 10 \text{ milidetik} / f = 1000 \text{ Hz}$. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa nilai

pewaktuan yang ditampilkan sesuai dengan nilai pewaktuan yang direncanakan, yaitu sebesar 10 milidetik.



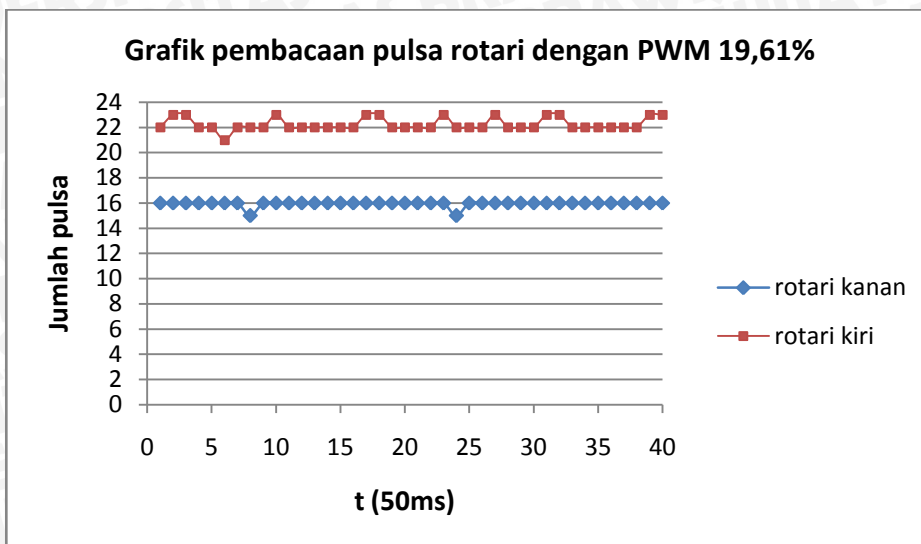
Gambar 5.8 Hasil pengujian pewaktuan dengan Δt 10 ms

5.4 Pengujian Pembacaan Pulsa Rotari dengan Nilai PWM Berbeda

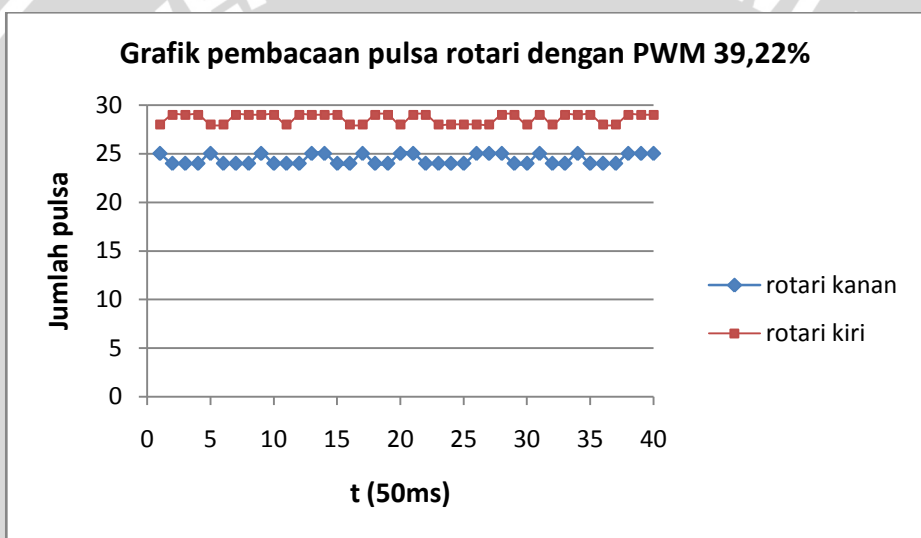
Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan jumlah pulsa rotari yang terbaca dengan beberapa nilai PWM yang berbeda sehingga diketahui keakuratan dan kestabilan sensor dalam membaca pulsa tiap 50 milidetik pencuplikan data. Pada pengujian ini dilakukan dengan memberikan nilai PWM berbeda. Dalam kondisi tegangan catu motor penggerak 24 volt, motor kanan dan kiri diberi PWM bervariasi.

Prosedur pengujian adalah dengan mengubah-ubah nilai PWM selama kedua roda robot digerakkan dengan motor selama beberapa detik. Nilai PWM yang dipilih adalah 19,61%, 39,22%, 58,82%, 78,43% dan 100%. Data dikirim menggunakan pemancar RF ke rangkaian penerima RF yang terhubung secara serial dengan PC. Kemudian pada PC, data diterima menggunakan Hyperterminal yang terdapat pada Code Vision AVR.

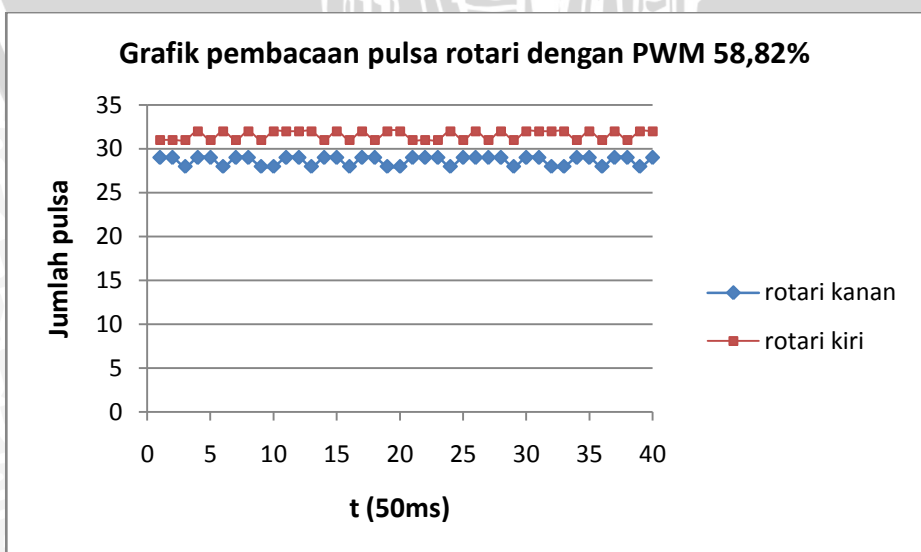
Hasil pengujian dengan nilai PWM berbeda di atas ditunjukkan dalam Gambar 5.9 hingga Gambar 5.13.



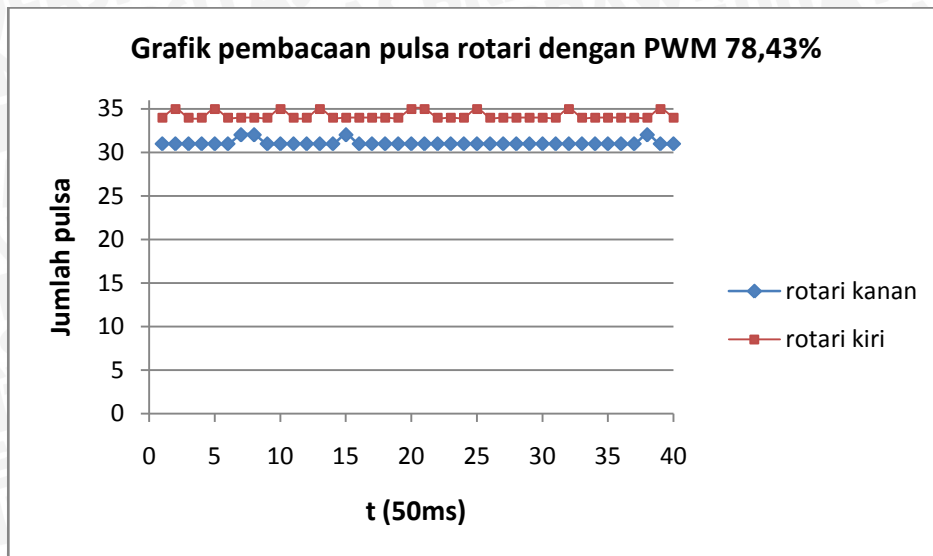
Gambar 5.9 Hasil pengujian dengan PWM 19,61%



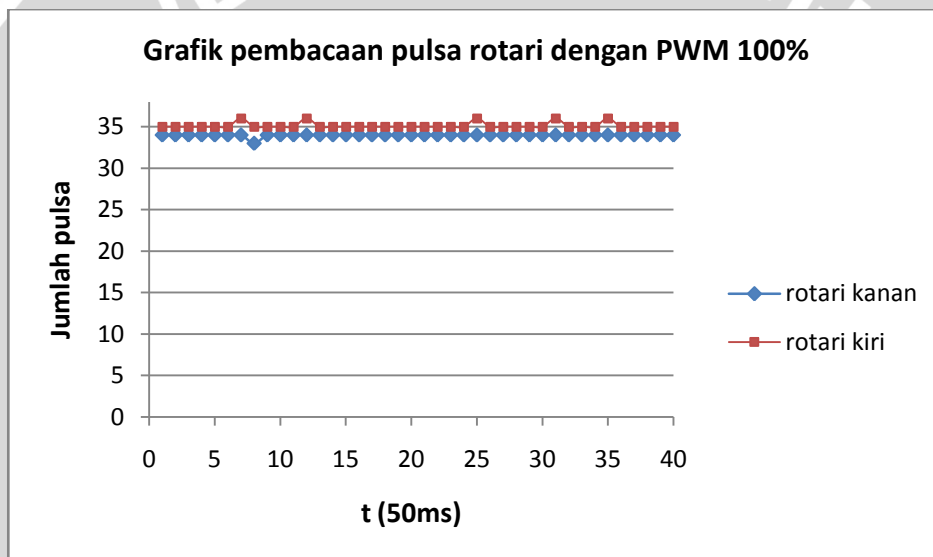
Gambar 5.10 Hasil pengujian dengan PWM 39,22%



Gambar 5.11 Hasil pengujian dengan PWM 58,82%



Gambar 5.12 Hasil pengujian dengan PWM 78,43%



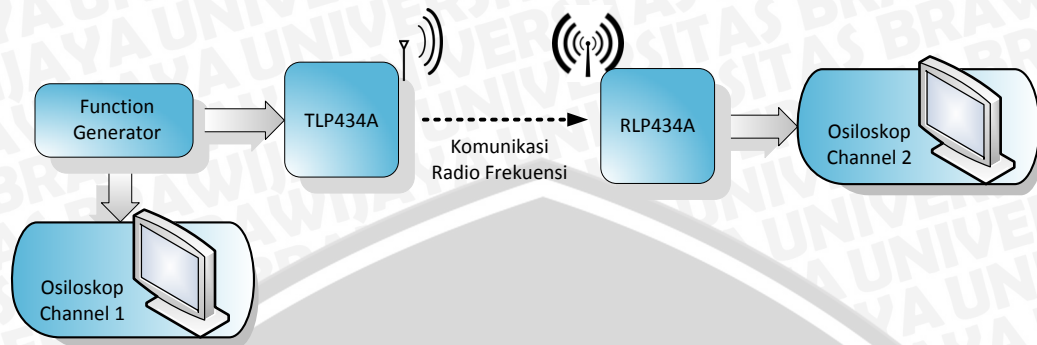
Gambar 5.13 Hasil pengujian dengan PWM 100%

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan dalam gambar-gambar di atas, diambil perhitungan total selama 2 detik untuk dibandingkan dengan jumlah pulsa rotari kanan maupun rotari kiri hasil perhitungan dari nilai PWM motor. Dari grafik pengujian ini dapat disimpulkan sensor mampu membaca pulsa hingga ke kecepatan maksimum motor dengan data yang cukup stabil, sehingga sistem ini dapat membaca data sensor dengan baik.

5.5 Pengujian Rangkaian Pemancar TLP434A dan Penerima RLP434A

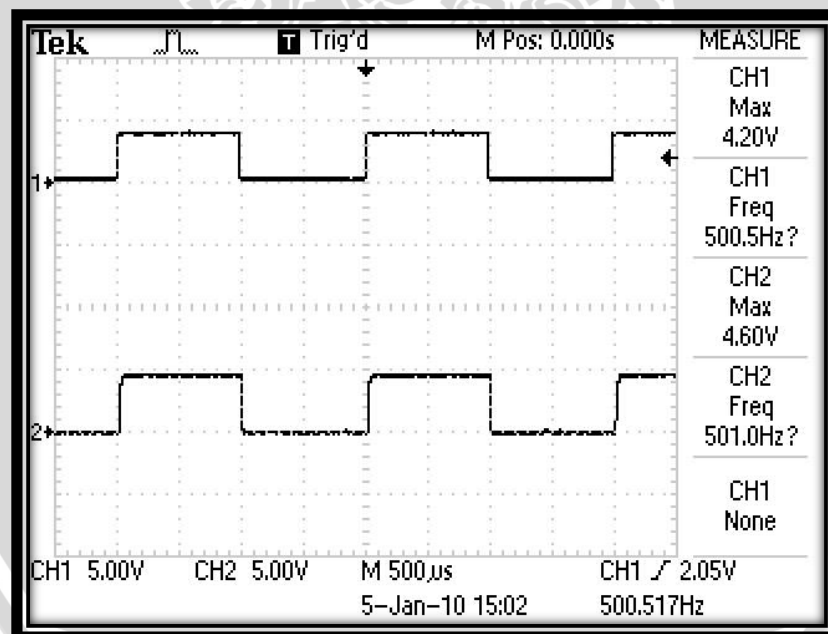
Pengujian rangkaian pemancar TLP 434A bertujuan untuk mengetahui keberhasilan rangkaian penerima RLP 434A dalam menerima data dari rangkaian pemancar. Instrumen yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah *function generator*

sebagai data masukan pemancar, dan sebuah osiloskop. Prosedur pengujian adalah dengan menyusun rangkaian seperti dalam Gambar 5.14 berikut ini

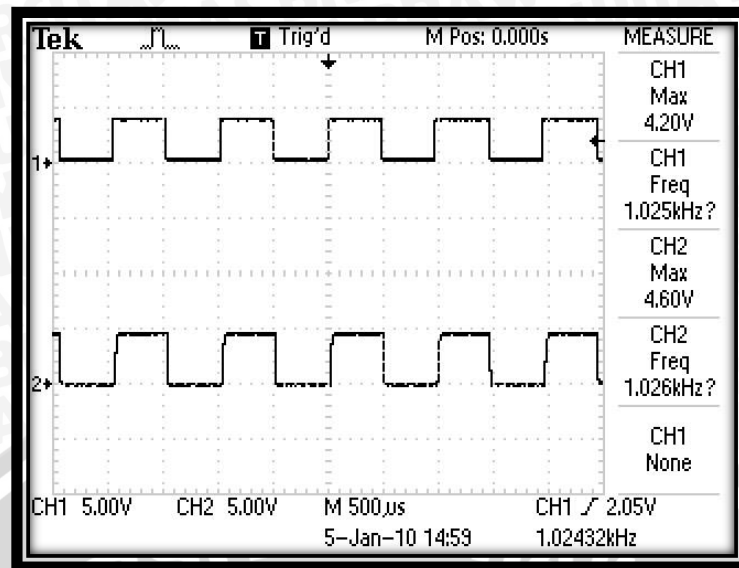


Gambar 5.14 Diagram blok pengujian rangkaian pemancar dan penerima RF

Jarak antara rangkaian pemancar TLP434A dengan rangkaian penerima RLP434A sejauh 1 meter. Channel 1 osiloskop dihubungkan ke data masukan TLP434A dan channel 2 dihubungkan ke data keluaran rangkaian penerima RLP434A. Hasil pengujian antara rangkaian pemancar dan penerima modul radio frekuensi ini ditunjukkan dalam Gambar 5.15 dan Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.15 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 50 Hz

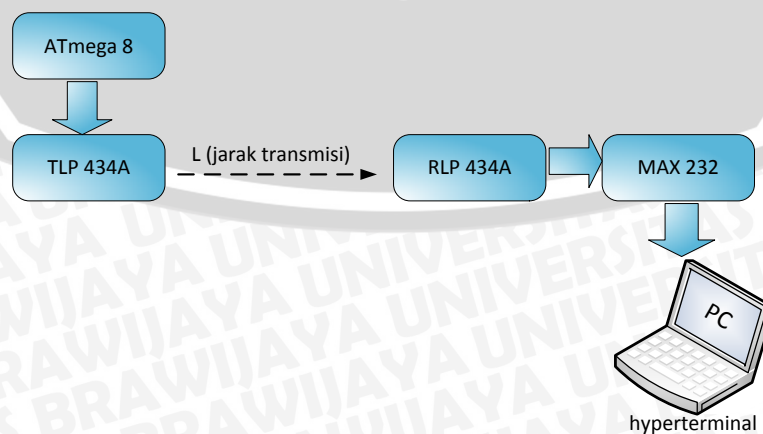


Gambar 5.16 Hasil pengujian modul RF dengan frekuensi data 1 kHz

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa sinyal digital dari *function generator* yang dihubungkan dengan pemancar TLP434A (channel 1, bagian atas) dapat diterima dengan baik oleh rangkaian penerima RLP434A (channel 2 bagian bawah). Frekuensi data yang dikirim diubah-ubah dan hasil yang diterima sama dengan apa yang dikirimkan.

5.6 Pengujian Komunikasi Data dan Jarak Jangkau Transmisi Radio Frekuensi

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui keberhasilan transmisi data serta untuk mengetahui jarak jangkau maksimal transmisi data antara rangkaian pemancar dengan rangkaian penerima RF pada kondisi di dalam gedung. Prosedur pengujian adalah dengan menyusun rangkaian seperti dalam diagram blok yang ditunjukkan dalam Gambar 5.17 berikut ini.



Gambar 5.17 Diagram blok pengujian jarak transmisi pengiriman data

Data yang dikirim berupa string sebanyak 64 karakter terdiri dari huruf dan angka. Data dikirimkan ke rangkaian penerima secara berulang tiap 100 ms dan melakukan perubahan jarak jangkauan transmisi (L) tiap 5 meter. Kemudian mengamati hasil transmisi pada *Hyperterminal* program *Code Vision AVR*. Pengujian dilakukan hingga jarak 30 meter sesuai spesifikasi alat yang telah ditentukan. Untuk setiap jarak jangkauan transmisi, data yang diperiksa sebanyak lima data. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian jarak jangkauan transmisi data

No	Jarak Transmisi (meter)	Jumlah Karakter	Jumlah Data Masuk	Karakter Rusak	Akurasi Keberhasilan (%)
1.	5	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
2.	10	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
3.	15	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
4.	20	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
5.	25	64	5	0	100
				0	
				0	
				0	
				0	
6.	30	64	5	0	98,44
				3	
				0	
				2	
				0	

Dari hasil pengujian jarak jangkauan transmisi data didapatkan bahwa dengan paket data yang berisi 64 karakter dan dengan jumlah data yang diterima sebanyak 5 paket data, tidak ada karakter yang hilang atau rusak dalam setiap paket data yang diterima. Berdasarkan pengukuran jarak jangkauan transmisi menunjukkan bahwa data yang diterima oleh unit penerima RF sampai jarak 25 meter tidak terdeteksi *error*. Sehingga disimpulkan bahwa transmisi komunikasi data dapat menjangkau sampai jarak 25 meter.

5.6 Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian keseluruhan dilakukan dengan mengirim data hasil pembacaan sensor rotari ke Sistem Pengolah Data. Pengujian dilakukan dengan menjalankan robot dengan proses pembacaan data sensor rotari kanan dan rotari kiri setiap 50 milidetik. Kemudian data rotari tersebut dijadikan sebuah paket beserta *checksum*. Data yang dikirim akan dibaca oleh perangkat lunak yang telah dirancang. Kemudian pada tampilan software dilihat apakah data yang ditampilkan sudah sesuai dengan yang dikirim oleh mikrokontroler.

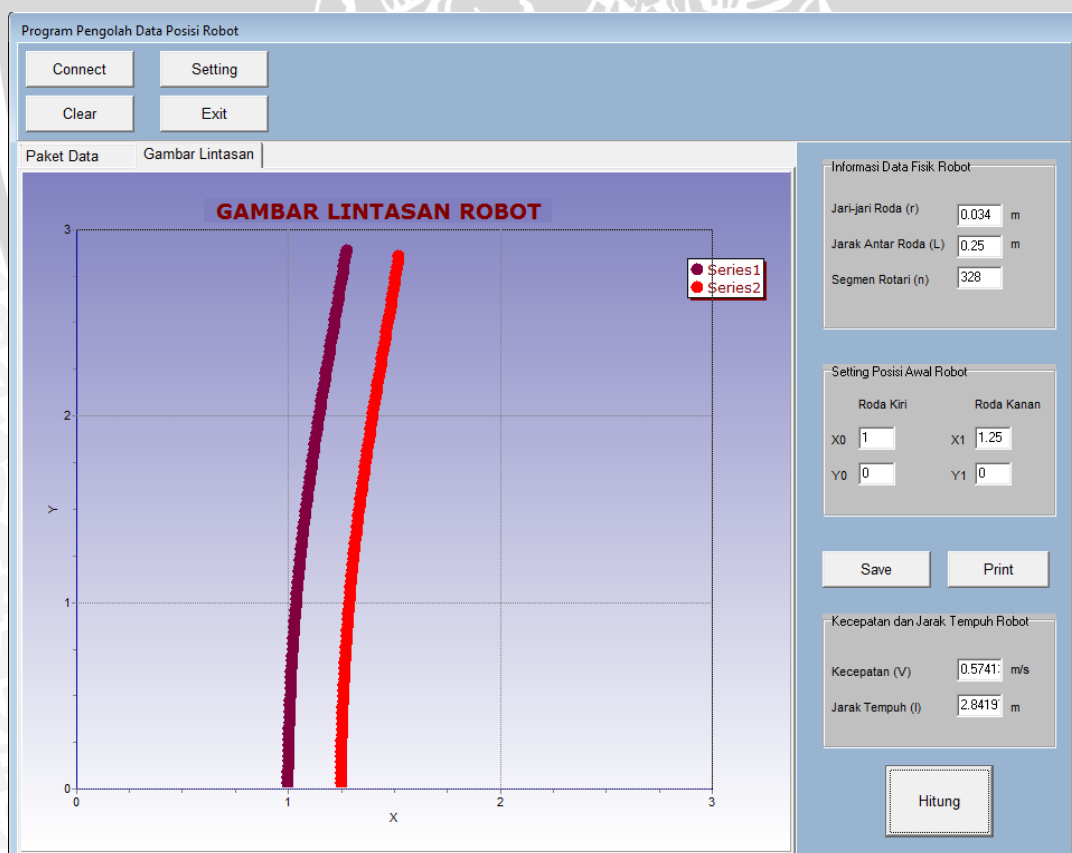
Gambar 5.18 menunjukkan hasil pengujian pengiriman data yang ditampilkan oleh perangkat lunak yang memisah paket data. Dalam kolom 'Data Diterima' baris terakhir menerima paket data [094105199]. Kemudian paket data tersebut dipisahkan sesuai dengan perancangan yaitu 3 karakter pertama antara kepala dan ekor merupakan data rotary kanan, 3 karakter kedua data rotary kiri dan 3 karakter terakhir merupakan nilai *checksum*. Paket data tersebut dipisahkan menjadi seperti yang ditunjukkan dalam tabel sebelah kanan kolom 'Data Diterima'. Validitas data yang menyatakan 'OK', menunjukkan bahwa nilai *checksum* sudah sesuai dengan penjumlahan data rotari kanan dan rotary kiri sebesar 199.

No	Rotary Kanan	Rotary Kiri	Validitas Data
1	095	092	OK
2	101	095	OK
3	097	104	OK
4	101	097	OK
5	101	100	OK
6	092	090	OK
7	105	094	OK
8	097	090	OK
9	104	097	OK
10	094	105	OK

Gambar 5.18 Hasil data sensor rotari yang dikirim ke sistem pengolah data

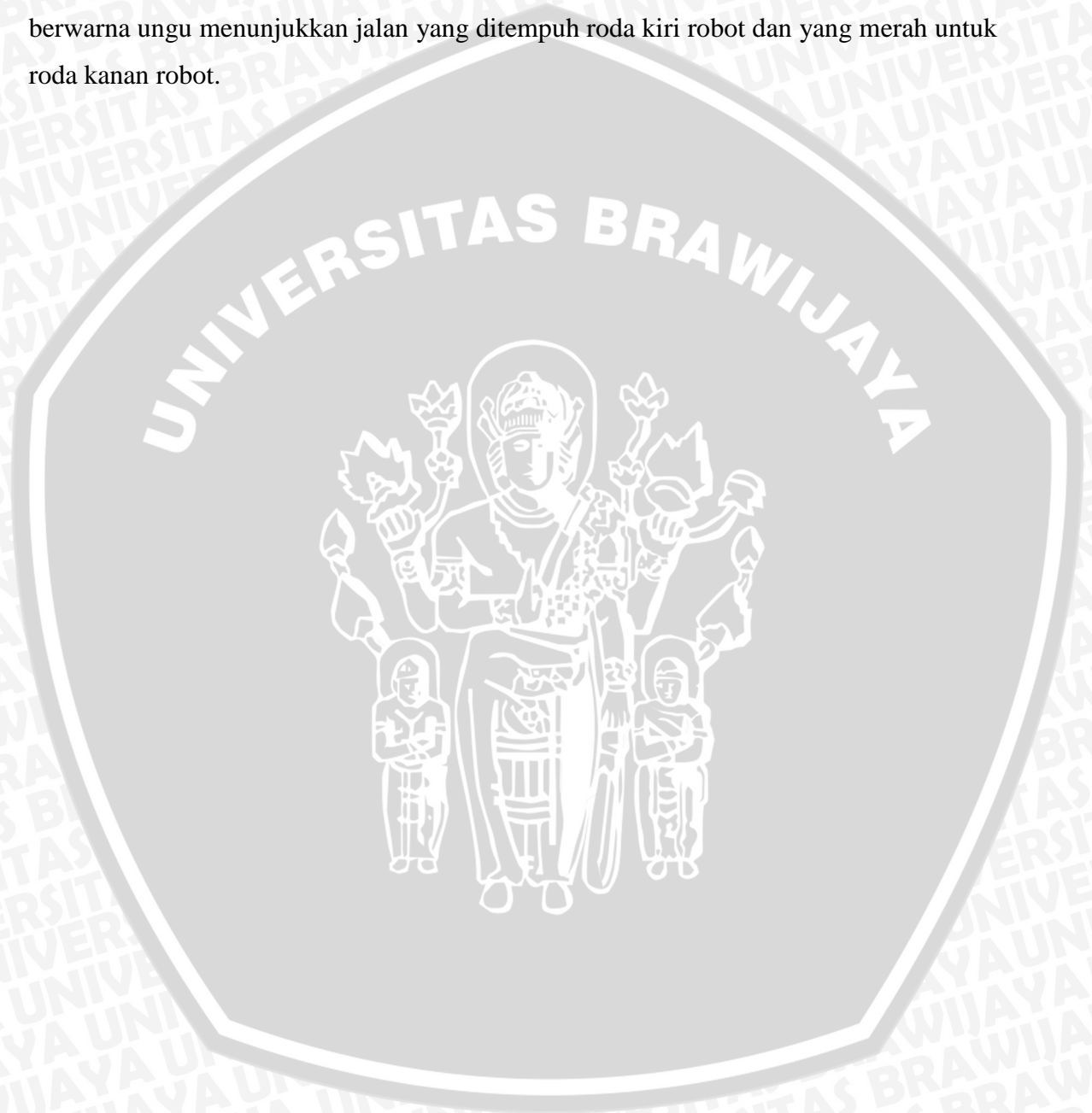
Pada pengujian ini menunjukkan bahwa paket data yang dikirim telah dapat diterima dengan baik sesuai perancangan. Data *checksum* juga telah sesuai dengan yang dirancang sehingga pada penerima dapat melakukan proses validitas data yang diterima.

Data diterima yang telah dipisah menggunakan perangkat lunak kemudian diolah untuk ditampilkan ke dalam grafik seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.19



Gambar 5.19 Hasil pengujian gerak robot pada saat robot berjalan

Tampilan dalam Gambar 5.19 menunjukkan hasil akhir dari data sensor rotari yang dikirim oleh Sistem Pengirim Data. Robot pada saat diaktifkan untuk beberapa detik pertama bergerak lurus, kemudiam agak berbelok ke kanan. Tampilan pada sistem pengolah data sudah sesuai pengujian pada sistem pengirim data. Sehingga pada grafik dapat dihitung kecepatan motor serta jarak yang telah ditempuh oleh robot. Garis yang berwarna ungu menunjukkan jalan yang ditempuh roda kiri robot dan yang merah untuk roda kanan robot.



BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- 1) Sistem pengirim data lintasan robot menggunakan media transmisi radio frekuensi dapat dirancang menggunakan rangkaian-rangkaian penyusun seperti rangkaian sensor *rotary encoder*, *driver motor H-Bridge Darlington*, rangkaian pemancar TLP 434A. Perangkat keras unit pemancar dan unit penerima RF mampu mencapai jarak jangkauan transmisi sejauh 25 meter dan mampu melakukan proses komunikasi data selama robot bergerak.
- 2) Rangkaian antarmuka mikrokontroler dengan sensor *rotary encoder* dan pemancar TLP 434A telah berfungsi dengan baik. Mikrokontroler dapat mengambil data putaran roda robot dari sensor *rotary encoder* untuk kemudian dikirim ke sistem pengolah data lintasan robot menggunakan komunikasi serial asinkron. Komunikasi berjalan lancar dengan penggunaan baudrate 9600 dan sistem komunikasi tidak terjadi kesalahan pada transmisi data yang menggunakan metode transmisi *simplex*.
- 3) Perangkat lunak mikrokontroler yang dirancang berfungsi untuk menggerakkan robot dan membaca data yang diperoleh dari sensor *rotary encoder*. Data dari sensor *rotary encoder* yang dibaca berdasarkan dengan pewaktuan program yaitu 50 ms. Data sensor kemudian dikirimkan melalui pemancar TLP 434A sesaat setelah pembacaan data sensor (*secara real-time*). Proses pembacaan data sensor hingga proses pengiriman data telah berfungsi dengan baik.

6.2 Saran

Beberapa hal yang direkomendasikan untuk pengembangan lebih lanjut adalah:

- 1) Metode transmisi kedepan dapat dikembangkan dengan metode *full duplex*.
- 2) Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan media penyimpan data pada sistem pengirim data, sehingga apabila terjadi kerusakan data pada saat proses transmisi pengiriman masih bisa dikoreksi.



DAFTAR PUSTAKA

- ABU ROBOCON. 2008. *Govinda*. Pune. ABU ROBOCON
- ABU ROBOCON. 2009. *Travel Together for the Victory Drums*. Tokyo. ABU ROBOCON
- ABU ROBOCON. 2010. *ABU ROBOCON 2010 Cairo –Egypt Robo-Pharaohs Build Pyramids*. Cairo. ABU ROBOCON.
- Atmel. 2006. *ATmega8, 8-bit AVR with 8 Kbytes in System Programmable. Flash. Datasheet*
- DIKTI. 2007. *Panduan Kontes Robot Indonesia 2007*. Jakarta: DIKTI
- Harashima, Furnio. 1999. *Kinematic Correction of Differential Drive Mobile Robot and Design for Velocity Trajectory with Acceleration Constraints on Motor Controller*. Proceeding of the 1999 IEEE/RSJ, 930-935.
- Laipac. 2003. *RF ASK Hybrid Modules for Radio Control*. Canada. Laipac Technology, Inc.
- Prasad, Dr. K. V. 2003. *Principles of Digital Communication Systems and Computer Networks*. Hingham. Charles River Media, Inc.
- Sharp. 2005. *GP1A25LC OPIC Photointerrupter with Connector*. Sharp Corporation. Datasheet.
- Sigit, Riyanto. 2007. *Robotika, Sensor, dan Aktuator*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Utomo, Agung Budi. 2010. *Sistem Pengolah Data Lintasan Robot Beroda Menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi*. Malang. Universitas Brawijaya. Skripsi
- Wibowo, Radhana Dwi. 2009. *Sistem Pencatat Data Sensor Posisi Untuk Pemodelan Robot Beroda*. Malang. Universitas Brawijaya. Skripsi



LAMPIRAN

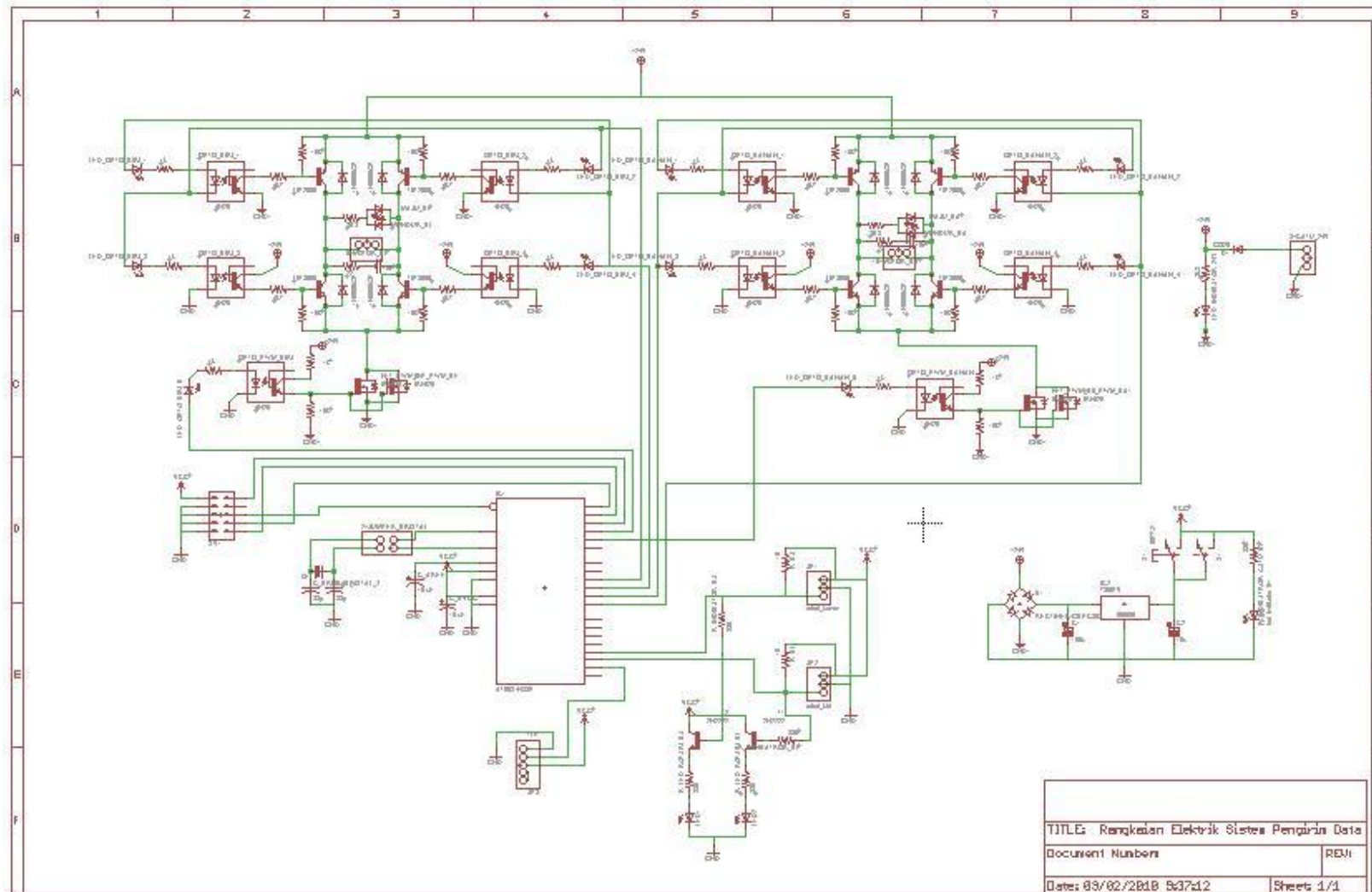


UNIVERSITAS BRAWIJAYA



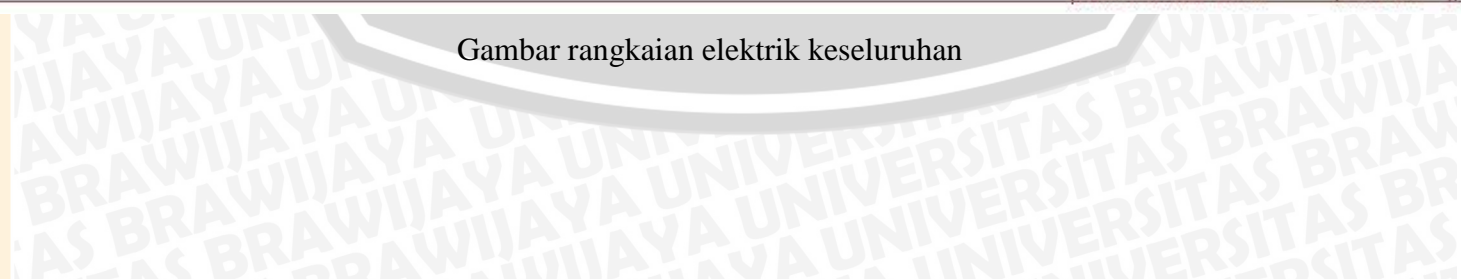
LAMPIRAN I

Rangkaian Alat



TITLE: Rangkaian Elektrik Sistem Pengirán Data	
Document Number	REVI
Date: 03/02/2018 06:37:12	Sheet: 1/1

Gambar rangkaian elektrik keseluruhan



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN II

Listing Program

Program Keseluruhan

```

#include <mega8.h>
#include <stdio.h>
#include <delay.h>
#include <math.h>

//Motor, PWM, rotary
#define output_rotary_right PIND.2
#define output_rotary_left PIND.3
#define nilai_PWM_kanan OCR1B
#define nilai_PWM_kiri OCR1A
#define mtr_right_maju PORTC.3
#define mtr_right_mundur PORTC.2
#define mtr_left_maju PORTC.1
#define mtr_left_mundur PORTC.0

//Pin aktivasi
#define pin_aktivasi PINB.0

//Konstanta
#define t0 5

//Mode-mode program
void maju();
void ascii();
void kirim_serial();
void berhenti();

char data_ka[4], data_ki[4], data_chksm[4]; //data_chksm[4]
int rotari_kanan=0, rotari_kiri=0, ka=0, ki=0, chksm=0;
unsigned int time_0;

// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    GICR=0x00;
    rotari_kanan++;
    GICR=0b11000000;
    MCUCR=0b00001010; // falling edge mode
}

// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
    // Place your code here
    GICR=0x00;
    rotari_kiri++;
    GICR=0b11000000;
    MCUCR=0b00001010; // falling edge mode
}

// Timer 2 output compare interrupt service routine
interrupt [TIM2_COMP] void timer2_comp_isr(void)
{
    TCNT2=0x00; // matikan interrupt timer
    if (time_0 > 0) time_0--; // kurangi penanda dengan 1
}

// Declare of PWM
void pwm_kanan(char PWM_motor)
{
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    nilai_PWM_kanan = PWM_motor;
}

```



```

    TCCR1B=0x0B; //0b00001001
}

void pwm_kiri(char PWM_motor)
{
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    nilai_PWM_kiri = PWM_motor;
    TCCR1A=0xA1; //0b10100001;
}

void main(void)
{
    // Port B initialization
    // PB.0 →in, pull-up, PB.1-PB.7 →out, 0
    PORTB=0x01;
    DDRB=0xFE;

    // Port C initialization
    // PC.6-PC.5 →in, pull-up & T, PC.4-PC.0 → out, 0
    PORTC=0x40;
    DDRC=0x1F;

    // Port D initialization
    //Func0=In PD.7-PD.2 →in PD.1 → out, PD.0 → in
    // State7=T State6=T State5=T State4=T State3=P State2=P State1=0 State0=T
    PORTD=0x0C;
    DDRD=0x02;

    // Timer/Counter 0 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: Timer 0 Stopped
    TCCR0=0x00;

    TCNT0=0x00;

    // Timer/Counter 1 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 172.800 kHz
    // Mode: Fast PWM top=00FFh
    // OC1A output: Non-Inv.
    // OC1B output: Non-Inv.
    // Noise Canceler: Off
    // Input Capture on Falling Edge
    // Timer 1 Overflow Interrupt: Off
    // Input Capture Interrupt: Off
    // Compare A Match Interrupt: Off
    // Compare B Match Interrupt: Off
    TCCR1A=0xA1;
    TCCR1B=0x0B; //prescaler 64
    TCNT1H=0x00;
    TCNT1L=0x00;
    ICR1H=0x00;
    ICR1L=0x00;
    OCR1AH=0x00;
    OCR1AL=0x00;
    OCR1BH=0x00;
    OCR1BL=0x00;

    // Timer/Counter 2 initialization
    // Clock source: System Clock
    // Clock value: 10.800 kHz
    // Mode: CTC top=OCR2
    // OC2 output: Disconnected
    ASSR=0x00;
    TCCR2=0x0F;
    TCNT2=0x00;
    // OCR2=0x6B; // 20 ms
    OCR2=0x35; // timer aktif setiap10 ms
}

```

```

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On      (rotari kanan)
// INT0 Mode: Falling Edge
// INT1: On      (rotari kiri)
// INT1 Mode: Falling Edge
GICR|=0xC0;
MCUCR=0x0A;
GIFR=0xC0;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x80;

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;
SFIOR=0x00;

// Global enable interrupts
#asm("sei")

while (pin_aktivasi == 1){};
    delay_ms(200);
    pwm_kanan(80);

    pwm_kiri(50);
    maju();
    delay_ms(400);
    pwm_kanan(90);
    pwm_kiri(54);
    maju();

    time_0=t0;
    while (1)
    {
        if (time_0 == 0)
        {
            ascii();
            kirim_serial();
            rotari_kanan = rotari_kiri = 0;
            time_0=t0;
        }
        else if (pin_aktivasi == 0) // jika pin aktivasi ditekan
        {
            berhenti();
        }
    };

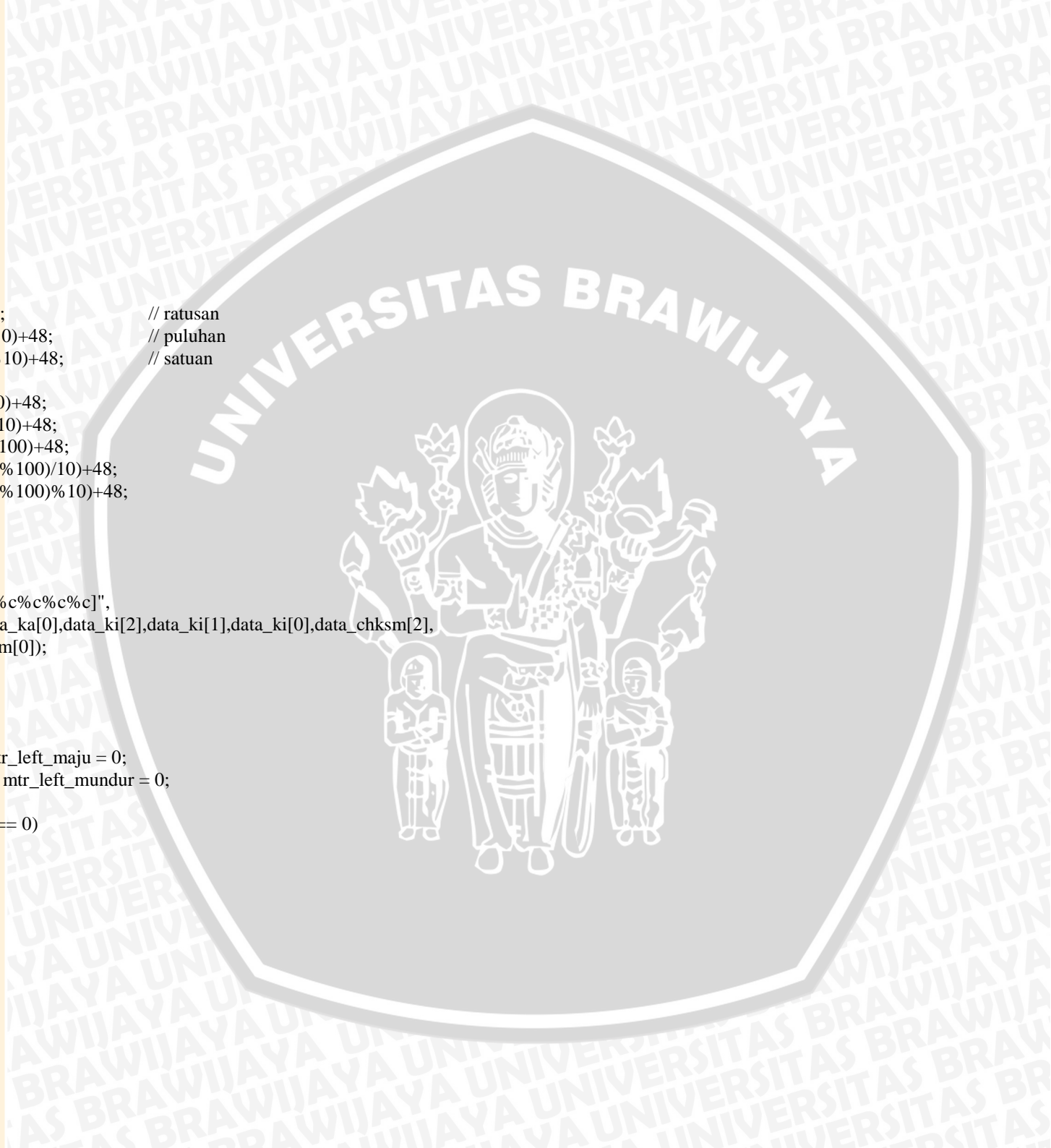
//VOID PROGRAM UNMODE
void maju()
{
    mtr_right_maju = mtr_left_maju = 1;
    mtr_right_mundur = mtr_left_mundur = 0;
}

```

```
void ascii()
{
    ka=rotari_kanan;
    ki=rotari_kiri;
    chksm=ka+ki;
    data_ka[2]=(ka/100)+48;           // ratusan
    data_ka[1]=((ka%100)/10)+48;     // puluhan
    data_ka[0]=((ka%100)%10)+48;     // satuan
    data_ki[2]=(ki/100)+48;
    data_ki[1]=((ki%100)/10)+48;
    data_ki[0]=((ki%100)%10)+48;
    data_chksm[2]=(chksm/100)+48;
    data_chksm[1]=((chksm%100)/10)+48;
    data_chksm[0]=((chksm%100)%10)+48;
}

void kirim_serial()
{
    printf("[%c%c%c%c%c%c%c%c%c%c]",
    data_ka[2],data_ka[1],data_ka[0],data_ki[2],data_ki[1],data_ki[0],data_chksm[2],
    data_chksm[1],data_chksm[0]);
}

void berhenti()
{
    mtr_right_maju = mtr_left_maju = 0;
    mtr_right_mundur = mtr_left_mundur = 0;
    delay_ms(300);
    if(pin_aktivasi == 0)
    {
        main();
    }
}
```

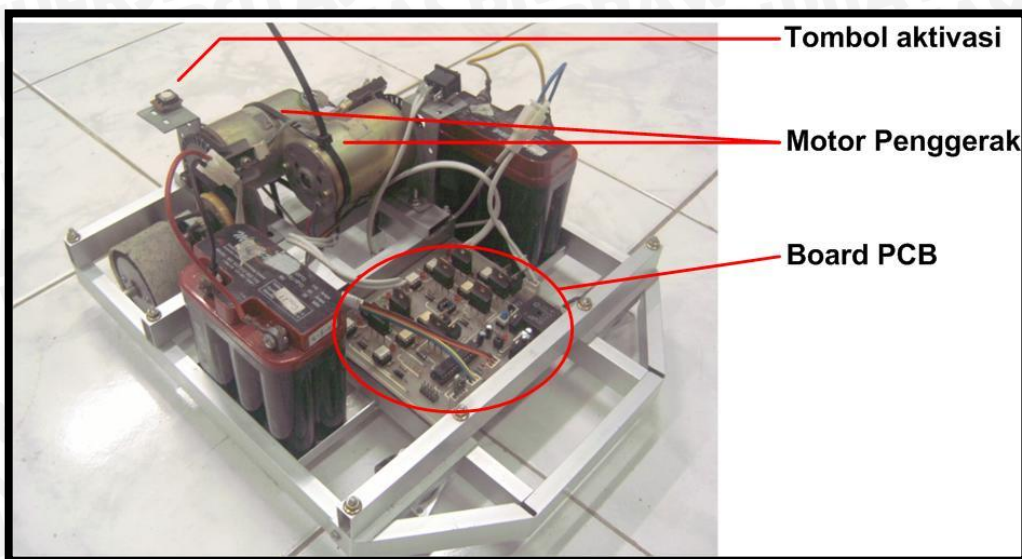


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

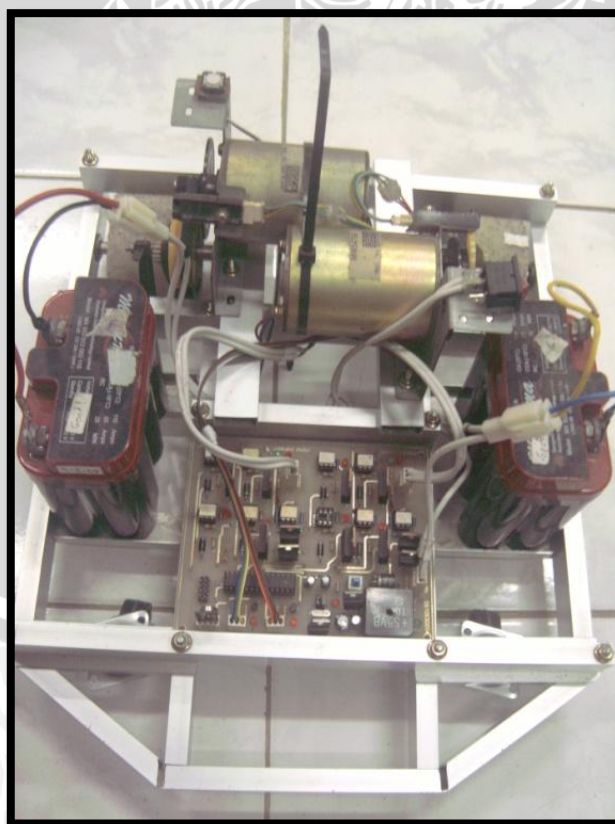


LAMPIRAN III

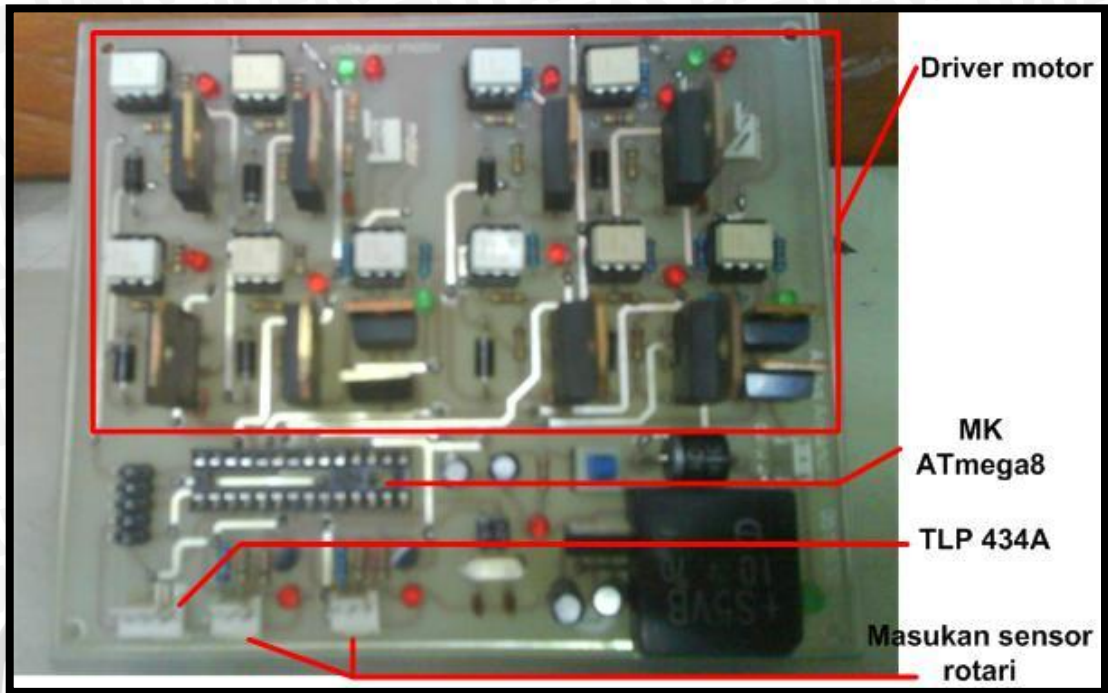
Foto Alat



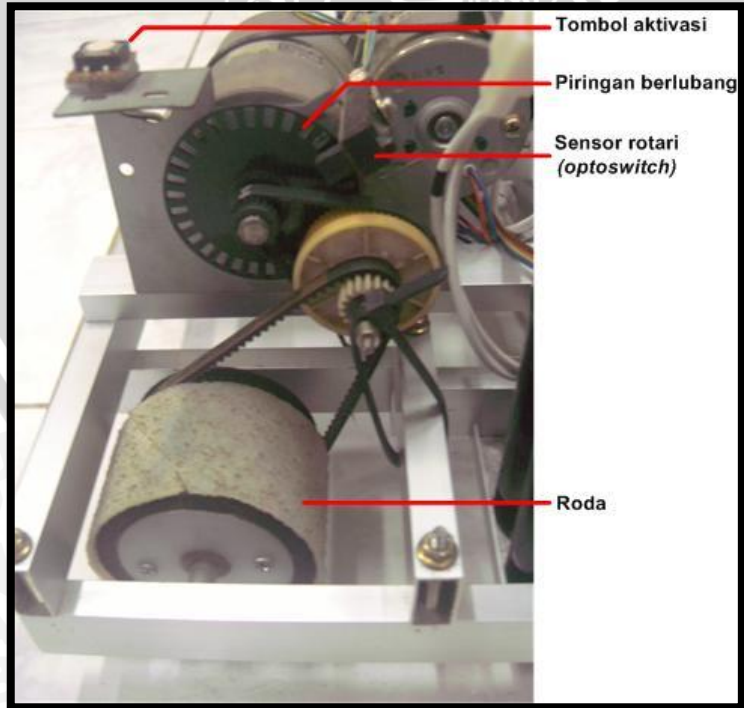
Gambar robot tampak samping



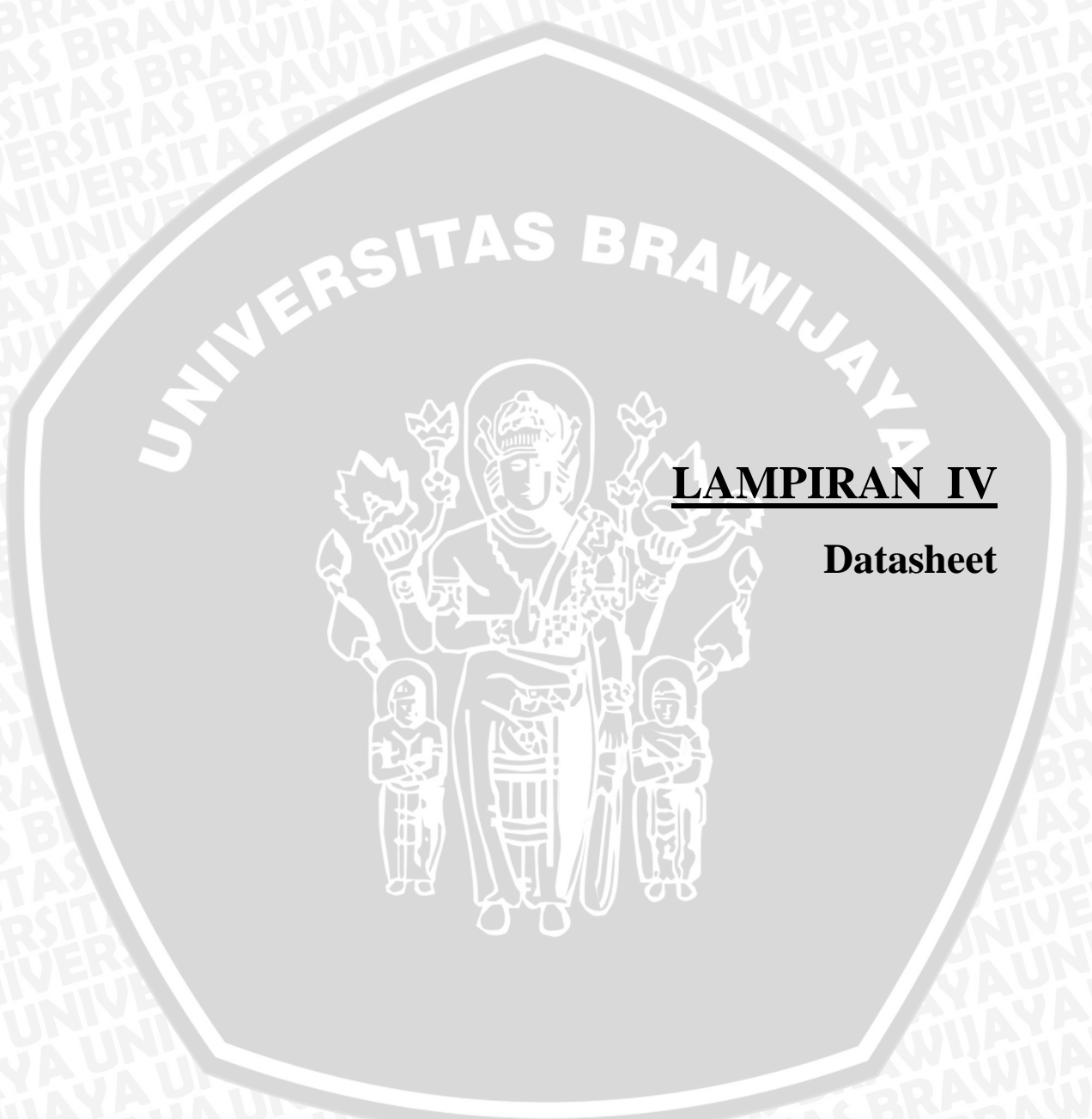
Gambar robot tampak atas



Gambar PCB alat



Gambar posisi optoswitch sensor rotari



LAMPIRAN IV

Datasheet

